UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTEO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL

INTERDISCIPLINARIDADE COMO PRÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE FUNÇÃO

PAULO JAKSON DIAS CRUZ

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito básico à obtenção do título de Mestre em Matemática.
Orientador: Prof. Dr. Antonio Ronaldo Garcia Gomes
Coorientadora: Profª. Dra. Maria Cristiane Magalhães Brandão

Este trabalho contou com o apoio financeiro da CAPES

Catalogação na Fonte
Catalogação de Publicação na Fonte. UFERSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA - CAMPUS MOSSORÓ

Cruz, Paulo Jakson Dias.
Interdisciplinaridade como prática para a construção do conceito de função / Paulo Jakson Dias Cruz. - Mossoró, 2015.
118f: il.

1. Matemática. 2. Função - interdisciplinaridade. 3. Ensino fundamental - nono ano. I. Título

RN/UFERSA/BCOT/669 CDD 510 C957i

PAULO JAKSON DIAS CRUZ

INTERDISCIPLINARIDADE COMO PRÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE FUNÇÃO.

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró para obtenção do título de Mestre em Matemática.

APROVADA EM: 27/08/2015

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Antonio Ronaldo Gomes Garcia - UFERSA
Presidente

Profº. Dr. Maria Cristiane Magalhães Brandão - UECE
Primeiro Membro

Profº. Dr. Stefeson Bezerra de Melo – UFERSA
Segundo Membro

Profº. Dr. Aleksandre Saraiva Dantas - IFRN
Terceiro Membro

MOSSORÓ/RN, 2015.

DEDICATÓRIA

À minha mãe, Aurea Dias Cruz
uma força que serve de exemplo para muitos,
e a todos os professores, para não perderem a vontade de alimentar sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pai de eterna bondade, pelo dom do livre arbítrio.

Ao professor Antonio Ronaldo Garcia Gomes, que além de me orientar na condução desse trabalho, orientou toda a turma, pois foi um coordenador exemplar, sempre elogiando e cobrando na medida certa.

À professora Maria Cristiane Magalhães Brandão, que extrapolou o limite da amizade, tornando-se coorientadora com ideias e “puxões de orelha” sempre que necessário.

À banca examinadora, pela disponibilidade para me enriquecer com suas opiniões.

A meus pais, pela criação segundo a verdade.

Às minhas irmãs e irmãos, pelo carinho exacerbado ou tímido, mas sempre presente ao modo de cada um.

Aos amigos, Anderson Cavalcante dos Santos e Tiago Leão Silva, com os quais partilhei alegrias e aperreios por estarem presentes em todos os momentos do curso.

Aos colegas Cristina, Denilson, Gilberto e Hugo, que representam por excelência o restante da turma.

Aos professores do PROFMAT, pelo desprendimento.

A meus alunos, quem posso ter negligenciado em detrimento dos meus estudos e que são a razão do meu profissionalismo.

À CAPES pelo apoio financeiro.

A todos que encontrarem uma maneira de utilizar este trabalho em suas salas de aula.

TECENDO A MANHÃ

João Cabral de Melo Neto

Um galo sozinho não tece uma manhã:
ele precisará sempre de outros galos.
De um que apanhe esse grito que ele
e o lance a outro; de um outro galo
que apanhe o grito de um galo antes
e o lance a outro; e de outros galos
que com muitos outros galos se cruzem
os fios de sol de seus gritos de galo,
para que a manhã, desde uma teia tênue,
se vá tecendo, entre todos os galos.

E se encorpando em tela, entre todos,
se erguendo tenda, onde entrem todos,
se entretendendo para todos, no toldo
(a manhã) que plana livre de armação.
A manhã, toldo de um tecido tão aéreo
que, tecido, se eleva por si: luz balão.

RESUMO

Esta dissertação estuda o conceito de função sob a perspectiva da assimilação e de sua aplicação através da interdisciplinaridade, fazendo uma análise histórica e conceitual dos temas. Para visualizar a interdisciplinaridade positivamente, a princípio foi desenvolvida crítica sobre os problemas enfrentados pelo ensino da Matemática brasileiro, desde sua gênese, encarando como solução um diálogo com outras áreas, característica nata da interdisciplinaridade, que é trabalhada sem possuir definição única, mas permite compreendê-la através do diálogo, da crítica e da atitude, estando estas condicionadas ao envolvimento de alunos, professores e demais profissionais. O estudo foi possibilitado por uma pesquisa teórica, organizada sob três aspectos: referencial sobre interdisciplinaridade, estudo do conceito de função e análise de livros didáticos de nono ano. Ao tomar o referencial sobre interdisciplinaridade buscou-se fazer um paralelo entre o livro de Hilton Japiassu lançado em 1976 com material publicado na década de 1990 e outros lançados ou reeditados nos últimos anos. Fazendo o estudo do conceito de função, verificou-se que ele demandou tempo e múltiplos esforços de matemáticos e outros estudiosos para se desenvolver, indo culminar, no caso do ensino brasileiro, com o uso excessivo das ideias de Bourbaki e Dirichlet, refletido em muitos livros didáticos. Como crítica ao exagero formal de Bourbaki e Dirichlet, foi analisado o conceito de função como dependência entre variáveis, que se sustenta através da interpretação de fenômenos, sendo que para comprovar tais ideias foram analisados quinze livros didáticos de matemática de nono ano aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático em diferentes edições. Fica, portanto, evidenciada a importância de contínua capacitação, e uma disposição para uma mudança de atitude, visto que, por meio do estudo, ainda que o material suporte para preparo das aulas possua exageros ou falhas, os professores tornam claras ideias como a Interdisciplinaridade e criam subsídios para abordagens diversas a temas fortalecidos sob uma certa visão, como no caso do conceito de função.

ABSTRACT

This dissertation studies the concept of function from the perspective of assimilation and its application through interdisciplinary, making a historical and conceptual analysis of subjects. To view the interdisciplinary positively at first was developed critique of the problems faced by the Brazilian mathematics education, since its genesis, staring as a solution the dialogue with other areas, born characteristic of interdisciplinarity, which is crafted without owning single definition, but allows understand it through dialogue, comment and attitude these being conditioned to the involvement of students, teachers and other professionals. The study was made possible by a theoretical research, organized under three aspects: reference on interdisciplinary, function concept study and analysis of textbooks ninth year. By taking the reference on interdisciplinarity sought to draw a parallel between the book Hilton Japiassu launched in 1976 with material published in the 1990s and others launched or reissued in recent years. Making the study of the concept of function, there was demanded time and multiple mathematical efforts and other scholars to develop it culminating, in the case of Brazilian education, with excessive use of Bourbaki and Dirichlet ideas, reflected in many textbooks. As criticism of the formal exaggeration of Bourbaki and Dirichlet, was analyzed the concept of function as dependency between variables, that is sustained by interpreting phenomena, and to prove such ideas were analyzed fifteen textbooks math ninth year approved in the National Textbook Plan in different editions. It is therefore evident the importance of continuous training, and a disposition for a change of attitude since, through the study, although the support material for preparation of lessons have exaggerations or failure, teachers make it clear ideas as the Interdisciplinary and create aid for different approaches to subjects strengthened in a certain view, as in the case of the concept of function.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE GRÁFICOS

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1
USO DA INTERDISCIPLINARIDADE, UMA FORMA DE TRABALHAR O CONCEITO DE FUNÇÃO

1.1. INTRODUÇÃO

Uma década atrás, a monografia "Uma visão interdisciplinar do conceito de função" para obtenção do título de especialista em ensino de matemática iniciava o primeiro capítulo com o seguinte parágrafo:

> "Até certo tempo, era moda falar em interdisciplinaridade, contextualização e uso de modelos do dia-a-dia. Atualmente algumas destas estratégias e outras que surgiram na mesma época tiveram sua significância prejudicada, pois embora continuem sendo temas constantes de palestras, debates e congressos, fato este comprovado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, sua aplicabilidade é escassa em nossas escolas" (CRUZ, 2005, p. 9).

Abordamos agora o estudo da interdisciplinaridade, no anseio de analisar sua evolução teórica ao longo de dez anos. Para isso, buscamos analisar como a literatura vigente trata a interdisciplinaridade, além de como está o acesso a essa literatura, pois as palestras, congressos e debates sobre o tema não têm mais a mesma notoriedade que outrora possuíam, embora certos grupos de pesquisadores continuem estudando a ousada interdisciplinaridade.

Para exemplificar a falta de intimidade com o trabalho interdisciplinar, pois em nossa realidade de ensino o uso efeito da interdisciplinaridade é bastante limitado e sem evidência, citamos o desconforto que alguns professores com quem convivemos demonstravam quando são citávamos as terminologias: trans, multi, pluri e interdisciplinar. Desconforto esse que por vezes era deixado de lado quando mencionávamos que prejulgávamos os termos com ideias diferentes das utilizadas pelos teóricos.

Não almejamos expor modelos a serem seguidos, o que pretendemos é debater até onde é possível desenvolver um trabalho onde diversas áreas de conhecimento se unam para possibilitar uma melhor aprendizagem, além de tentar identificar quais são os pré-requisitos necessários para esse trabalho, bem como suas vantagens e os obstáculos a ele imposto.

Assim, escolhemos o conceito de função como tema matemático a ser abordado para o debate interdisciplinar. Sendo que a escolha se deve ao fato de defendermos que o estudo das funções é um dos assuntos dentro da matemática que, de forma detalhada, ou meramente ilustrativa, melhor trabalha fatos da vida real e assuntos das mais diversas Ciências, bem como onde estes outros usam a Matemática.

O tema é instigante por ter a oportunidade de trabalhar os mais diversos exemplos e exercícios, podendo aliar a ele diferentes assuntos, como renda familiar, fluxo de passageiros numa rodoviária e produção alimentar. Nos livros didáticos da educação básica, essa introdução prática ao estudo das funções é, por vezes, tratada detalhadamente, e em outras de forma mais resumida, o que nos conduz a averiguar se os livros didáticos mantiveram as mesmas concepções para a forma como trabalhar o conceito de função ao longo de certo período de tempo.

Contudo, é fato que seja de maneira detalhada ou resumida, estudar as funções é trazer à tona como a Matemática trabalha a praticidade, quer falando de fatos do cotidiano, quer de assuntos de outras Ciências, bem como onde estas outras ciências usam a Matemática. Com esse trabalho, pretendemos evidenciar a importância das diversas disciplinas no estudo do conceito de função, provocando uma melhoria na aprendizagem de nossos alunos, e ainda no convívio dos profissionais de áreas teoricamente distintas, mas socialmente unidas.

Planejamos que tal pesquisa sobre a noção de função e interdisciplinaridade contribua com o trabalho e/ou estudo dos colegas professores, da maneira mais proveitosa possível, a fim de obter um melhor rendimento dos seus alunos ao lecionar o extenso estudo das funções, bem como também almejamos avaliar a aplicabilidade de um trabalho interdisciplinar em suas várias instâncias e favorecer um enriquecimento no convívio dos profissionais.

1.2. METODOLOGIA APLICADA

Deve-se encarar a pesquisa como um elo entre investigação e crítica. Em 1997, D'Ambrósio já dizia:

> O elo entre passado e futuro é o que conceituamos como presente. Se as teorias vêm do conhecimento acumulado ao longo do passado e os efeitos da prática vão se manifestar no futuro, o elo entre teoria e prática deve se dar no presente, na ação, na própria prática. E isso nos permite conceituar pesquisa como o elo entre a teoria e prática. (D'AMBRÓSIO, 1997, p. 80)

Assim, para uma pesquisa transcorrer de forma eficiente é recomendável conectar a teoria vigente à prática. E para isso, foram desenvolvidas três ações, sendo a primeira delas o estabelecimento de um paralelo entre a teoria acerca da prática interdisciplinar de aproximadamente duas décadas atrás com textos mais atuais.

Com o objetivo principal de formular o suporte matemático necessário para esse trabalho, a segunda ação realizada foi outra pesquisa teórica, desta vez sobre a noção de função, a qual teve como ferramentas: livros sobre a História da Matemática, algumas dissertações e teses encontradas na rede mundial de computadores, os livros utilizados ao longo das disciplinas do Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT e livros didáticos de Matemática do nono ano do ensino fundamental.

Como a pesquisa se desenvolveu através de um sistema cíclico, a análise dos livros didáticos serviu tanto para a construção do embasamento matemático, como para a terceira ação, que se tratou de uma revisão bibliográfica com o intento de ir além da busca de conceitos, verificando como esses conceitos são trabalhos, visto que muitos professores com quem já trabalhamos relatam que o livro adotado muitas vezes é a única fonte para a elaboração das aulas.

A limitação relatada pelos professores é algo muito preocupante, e ratifico esse temor com as palavras de um dos mais lembrados matemáticos brasileiros, Elon Lages Lima que diz:

> Por mais antigo, tradicional e repisado que seja o assunto que estamos ensinando, convém procurar novos ângulos para focalizá-lo, outras maneiras de abordá-lo, não somente buscando tornar mais atraentes nossas aulas, mas até mesmo para nos dar um pouco mais de entusiasmo, quebrando a monotonia de repetir todos os anos a mesma história.(LIMA, 2007, p. 73)

As palavras de LIMA corroboram a preocupação com o uso de apenas uma fonte para planejamento das aulas, devido o fato de que essa barreira é um dos alicerces de abordagens repetitivas.

No que concerne à pesquisa propriamente dita, os fatores limitantes também foram inquietantes ao longo do seu desenvolvimento.

Como por exemplo, um aspecto que poderia ser julgado controverso: Como uma pesquisa sobre interdisciplinaridade pode se desencadear em quase sua plenitude de forma teórica?

Questionamento já citado por D'Ambrósio:

> Ao se dizerem seguidores de um teórico consagrado julgam estar se prestigiando. E poucos têm coragem de ancorar suas teorizações nas suas próprias reflexões e práticas.
>
> O que se vê nas dissertações e teses reforça esse quadro. Tipicamente, os primeiros capítulos são revisões bibliográficas e descrições de pressupostos teóricos, onde se fala o que outros falaram. No meio da dissertação ou tese o candidato descreve sua pesquisa, normalmente aplicando em outra situação o que autores prestigiados já fizeram. E finalmente, muito timidamente e geralmente em poucas páginas, o autor 'força' algumas conclusões para não contrariar muito o que outros disseram. (D'AMBROSIO, 1997, p. 81 e 82)

Contudo, tal controvérsia não se fundamenta, pois o fato de a pesquisa envolvendo interdisciplinaridade ter transcorrido basicamente de forma teórica justifica–se pelo despreparo de boa parte dos professores sobre o tema tratado.

Embora a literatura sobre o assunto venha se desenvolvendo, fato comprovado através de uma simples busca num site de busca da rede mundial de computadores, a falta de familiaridade dos professores com a interdisciplinaridade tem suas raízes na formação docente que segue um caráter altamente disciplinar em boa parte do país e será tratada mais a frente quando debatermos sobre os obstáculos à prática interdisciplinar.

Outro ponto que poderia ser questionável, também abordado na citação anterior de D'Ambrosio, seria o fato de que sendo a pesquisa primordialmente uma revisão bibliográfica, ela poderia conduzir a um comodismo aquilo já citado por outros autores. Porém esse temos também não se solidifica, pois, ainda que a tendência ao acomodamento seja fácil e notória, prefiro vê-la não como acomodação e sim como adaptação pois, devido ser um novo contato com alguns autores já trabalhados, o senso de indagação mostrou-se gritante. A todo o momento foi preciso interrogar até onde vivenciamos, ou podemos vivenciar, um trabalho interdisciplinar.

Lembrando que a pesquisa é uma atividade que está no núcleo da ciência. Através dela é possível se aproximar, e entender, a realidade a ser investigada. Ela é um processo permanentemente em construção. Desenvolve-se por meio de sucessivas aproximações da realidade para com isso ter elementos para uma intervenção no real. Assim, uma pesquisa literária sobre interdisciplinaridade subsidiou o trabalho, sem que fosse esquecida a ideia de investigação e de processo inacabado, com o questionamento das ideias sempre presente.

Com o intento de eliminar quaisquer dúvidas sobre o método usado, cito o próprio D'Ambrosio:

> ... pesquisa é o elo entre teoria e prática. Claro, em situações extremas alguns se dedicam a um lado desse elo e fazem pesquisa chegando a teorias baseando-se na prática de outros. Outros estão do outro lado e exercem uma prática, que é também uma forma de pesquisa, baseada em teorias propostas por outros. Em geral fica-se numa situação intermediária entre esses extremos, praticando e refletindo sobre o que praticamos, e conseqüentemente melhorando nossa prática. (D'AMBROSIO, 1997, p. 92)

Por fim, cabe explicar como está disposto este trabalho que, além dos elementos pré-textuais (incluindo o poema Tecendo a manhã, de João Cabral de Melo Neto, composição que interpreto com fortes tendências interdisciplinares, considerando cada galo como um professor ou um tipo de saber tecendo a educação) e desta introdução, contém outros três capítulos e os elementos pós-textuais.

No segundo capítulo, encontra-se um pequeno debate sobre possíveis soluções para algumas dificuldades do ensino de Matemática desde o Brasil Colônia, culminando com a, muitas vezes não entendida, Educação Matemática. Continuando, apresentamos os diversos conceitos envolvendo a interdisciplinaridade, suas vantagens e seus obstáculos, além de uma amostra de como a Matemática relaciona-se interdisciplinarmente. No quarto capítulo, trabalhamos a noção de função, estudando historicamente como ela se desenvolveu e dialogando sobre uma linguagem que favoreça a sua compreensão e o uso de tal conceito através da interdisciplinaridade, para isso faço uma análise das várias abordagens à ideia de função, encontradas em quinze livros didáticos do nono ano do ensino fundamental.

Seguindo, vem com as considerações finais, as referências bibliográficas e um anexo que se trata de uma lista com os estudiosos que colaboraram com o desenvolvimento do conceito de função.

CAPÍTULO 2
ENSINO DE MATEMÁTICA

Em 20 de dezembro de 1996, foi instituída a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9394/96 – LDB 9394/96 que legisla atualmente sobre a educação brasileira, onde no seu 62º artigo diz:

> A formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, em universidades e institutos superiores de educação, admitida, como formação mínima para o exercício do magistério na educação infantil e nas quatro primeiras séries do ensino fundamental, a oferecida em nível médio, na modalidade Normal. (BRASIL, 1996)

A lei obriga que para lecionar na educação básica, o professor deve ter sido submetido a um curso de licenciatura. Ainda que próprio o artigo citado abra uma exceção para os docentes que lecionam na educação infantil e quatro primeiras séries do ensino fundamental, essa concessão era restrita ao passo que o parágrafo quarto do 87º artigo da mesma lei diz: "Até o fim da Década da Educação somente serão admitidos professores habilitados em nível superior ou formados por treinamento em serviço.".

Em particular, como diz Gomes (2012), o comum é que os licenciados em Matemática atuem nos quatro últimos anos do ensino fundamental e/ou nos três anos do ensino médio, além da possibilidade de lecionarem na educação profissional a nível médio, na educação de jovens e adultos, na educação indígena e na educação especial. Ao passo que, através do famoso trio "ler, escrever e contar", a primeira Matemática formal é apresentada às crianças nas instituições de educação infantil ou nos primeiros anos do ensino fundamental, na maioria dos casos, sob a responsabilidade dos licenciados em pedagogia.

Assim, para entender as dimensões históricas do ensino da Matemática é preciso levar em consideração conhecimentos gerais relativos ao passado dos níveis mais elementares da educação brasileira. E para isso, tendo como referencial Gomes (2012), façamos uma pequena descrição de como o sistema educacional brasileiro se comportou desde sua gênese a época do Brasil Colônia, passando por diversas reformas e culminando com o sistema atual.

A educação colonial no Brasil compreende três etapas distintas.

A primeira etapa corresponde ao chamado "período heroico", que vai desde a chegada dos primeiros jesuítas em 1549, até a morte do padre Manuel da Nóbrega em 1570 (ou até a morte do padre Anchieta, de acordo com outros historiadores da educação).

A segunda fase, de 1599 a 1759, tem como marca registrada a organização e a consolidação da educação jesuítica. E a terceira etapa corresponde à fase pombalina.

De acordo com Saviani:

> A primeira fase da educação jesuítica foi marcada pelo plano de instrução elaborado por Nóbrega. O plano iniciava-se com o aprendizado do português (para os indígenas); prosseguia com a doutrina cristã, a escola de ler e escrever e, opcionalmente, canto orfeônico e música instrumental; e culminava, de um lado, com o aprendizado profissional e agrícola e, de outro lado, com a gramática latina para aqueles que se destinavam à realização de estudos superiores na Europa (Universidade de Coimbra). Esse plano não deixava de conter uma preocupação realista, procurando levar em conta as condições específicas da colônia. Contudo, sua aplicação foi precária, tendo cedo encontrado oposição no interior da própria Ordem jesuítica[...] (SAVIANI, 2010, p. 43)

Veja que em momento algum Saviani faz menção à matemática.

Nas escolas elementares jesuíticas a matemática estava restrita ao ensino da escrita dos números no sistema de numeração decimal e o estudo das operações de adição, subtração, multiplicação e divisão de números naturais. E o ensino de nível secundário lecionado nos colégios primava o desenvolvimento das humanidades clássicas.

Outro que expõe o fato de que a Matemática tinha seu espaço bastante limitado com os jesuítas é Miorim:

> O ensino brasileiro foi, durante mais de duzentos anos, dominado quase exclusivamente pelos padres da Companhia de Jesus.
> [...]
> Nessa proposta, na parte equivalente ao ensino médio – os *studia inferiora* –, defendia-se uma educação baseada apenas nas humanidades clássicas, cujas disciplinas eram a retórica, as humanidades e a gramática. As ciências e, em particular, as matemáticas eram reservadas apenas aos *studia superiora*. Entretanto, mesmo nesses estudos superiores, ... pouco se estudavam as matemáticas. (MIORIM, 1998, p. 81)

Embora as propostas educacionais da Companhia de Jesus não tenham deixado totalmente de lado a Matemática, devido o esforço de uns poucos mestres jesuítas que incentivavam o estudo da Matemática, a maior parte da Ordem não comungava tais ideias como reforça Miorim:

> Muitos jesuítas não viam com bons olhos as matemáticas. Os estudos das relações misteriosas entre números e entre estes e as letras – geometria – inquietavam os religiosos. Além disso, a busca de relações abstratas, que aparentemente não ocupavam nenhum lugar na escala dos seres, era encarada como uma ciência vã. (MIORIM, 1998, p. 82).

Desta forma, nos primórdios do ensino brasileiro se encontram as primeiras causas dos entraves enfrentados pela Matemática e, mais crucialmente, por seu ensino, devido o pouco valor que este recebia.

Somente no século XVIII, quando as escolas jesuítas começaram a absorver a revolução cartesiana, as matemáticas conseguiram alguma evidência como melhores elementos culturais; porém, mesmo assim, são poucos os registros escritos referentes ao ensino de Matemática nos colégios jesuítas.

Quando os jesuítas são expulsos do Brasil pelo então Primeiro-ministro de Portugal, Sebastião José de Carvalho e Melo, o Marquês de Pombal, em 1759, o sistema educacional quase desmorona, restando umas poucas escolas, no geral destinadas ao ensino militar ou outras ordens religiosas.

Veja o que diz Fernando de Azevedo em seu livro A cultura brasileira: “em 1759, com a expulsão dos jesuítas, o que sofreu o Brasil não foi uma reforma de ensino, mas a destruição pura e simples de todo o sistema colonial do ensino jesuítico” (AZEVEDO, 1971, p. 547).

Um alvará emitido pelo Marquês de Pombal, em 1759, determina o fechamento dos colégios jesuítas, isto é, Azevedo (1971) sustenta sua opinião usando o fato do Marquês de Pombal mandar fechar 24 colégios, 25 residências, 36 missões e 17 colégios e seminários maiores, além de um número não determinado de seminários menores e escolas de ler e escrever.

O decreto de 1759 planeja também a criação de “aulas régias”, mas somente em 1772, elas são criadas, através de novo alvará também emitido por Pombal, onde professores particulares lecionavam aulas avulsas. Esse método representou um considerável atraso no sistema educacional brasileiro, devido diferentes motivos como, por exemplo, a morosidade para ser implementado, como diz Saviani: “O ritmo de implantação da reforma estava sendo, pois, muito lento, conforme reconhecia o próprio diretor de estudos” (SAVIANI, 2010, p. 89); a falta de formação adequada dos professores, tanto específica das disciplinas quanto pedagógicas, e inexistência de articulação entre as disciplinas, peculiaridades que, segundo certos aspectos, também se encontram presentes hoje em dia.

Por sua vez, há quem defenda a Reforma Educacional Pombalina devido ter um caráter iluminista como diz Maciel:

> Para o ideal iluminista, a nova sociedade exige um novo homem que só poderá ser formado por intermédio da Educação. Assim, apesar de o ensino jesuítico ter sido útil às necessidades do período inicial do processo de colonização do Brasil, já não consegue mais atender aos interesses dos Estados Modernos em formação. Surge, então, a idéia de Educação pública sob o controle dos Estados Modernos. Portanto, a partir desse momento histórico, o ensino jesuítico se torna ineficaz para atender às exigências de uma sociedade em transformação.
>
> Para o discurso do movimento iluminista e, mais especificamente, do Marquês de Pombal, a educação e o direito são importantíssimos porque ambos são os centros de tais pensamentos. (MACIEL, 2006)

Contudo é importante lembrar que se constatam sérias diferenças nas reformas ocorridas em Portugal das ocorridas no Brasil, quer sejam o quesito forma quer sejam no quesito tempo, sendo necessárias três décadas, aproximadamente, para o Estado português promover as reformas pombalinas no Brasil.

Na Metrópole tentou-se estruturar um sistema público de ensino popular e moderno, enquanto na colônia ocorreu aquela que talvez seja a primeira de muitas reformas grandes e flagelantes no ensino brasileiro, desestruturando a sólida organização educacional dos jesuítas, através de, entre outros, o confiscando de bens e o fechamento de todos os seus colégios e até a nomeação de um Diretor Geral dos Estudos, o qual deveria nomear professores e fiscalizar sua ação, em nome do Rei.

Os defensores da Reforma Pombalina podem dizer que suas aulas régias foram um início na reestruturação curricular, como Silva diz:

> ... ao lado das matérias do ensino literário e religioso – o latim, a retórica, o grego, o hebraico, a filosofia, a teologia – a paisagem escolar do Brasil inclui as matemáticas (Aritmética, Álgebra, Geometria). A estas, depois de 1800, agregar-se-ão outras disciplinas, como o desenho, o francês, o inglês. (SILVA, 1969, p. 189).

Contudo, como já dito, as aulas não possuíam uma ligação entre si, o que tornar contraditório considerá-las como estruturação curricular. E no que concerne às matemáticas, na maioria das vezes não se eram colocadas em prática, pois além da grande dificuldade para se conseguir professores, os alunos só progrediriam pra elas após concluir o disperso estudo das outras cinco aulas, limitando significativamente o número de alunos.

Por todo o período colonial, além das aulas régias, que foram se extinguindo com o passar dos tempos, surgem seminários e colégios mantidos por ordens religiosas, além dos liceus nas províncias que hoje são os estados da Paraíba, da Bahia e do Rio Grande do Norte.

Continuando, vem a Família Real Portuguesa para o Brasil e surgem muitas instituições culturais e educacionais importantes, como a Academia Real de Marinha, a Escola Real de Ciências, Artes e Ofícios e o Museu Nacional, entre outros. Porém o que sugestionava um impulso para o progresso do sistema educacional brasileiro serviu apenas para parte da sociedade.

Com o advento do Império, Dom Pedro I vê a necessidade de legislar sobre a educação pública. Em 1824, veio Constituição que durou por todo o Império, porém somente em 1827, após muitos debates, a Assembleia Constituinte vota a primeira lei de educação pública nacional brasileira.

Surge a ideia do trio “ler, escrever e contar” como primeira educação das crianças, no entanto o sistema educacional da época fazia distinção entre gêneros, pois além das escolas para meninas serem mais escassas, o contar para elas era mais restrito do que o dos meninos.

Enquanto eles, matematicamente falando, estudavam as quatro operações aritméticas, prática de quebrados (frações ordinárias), decimais e proporções, noções gerais de geometria, elas precisavam deixar certa matemática de lado para se dedicarem ao estudo das prendas do lar.

Outro ponto importante a ser considerado no sistema educacional do império nos é lembrado por Gomes:

> No entanto, se é nesse momento que se pode situar a primeira colocação da educação da população como direito social, com a descentralização que o governo do Brasil promoveu em 1834, passando o encargo das “primeiras letras” para as administrações provinciais, não foi possível a constituição de um sistema escolar capaz de atender a população. Há que se ter sempre em mente a marca antiga da exclusão em nosso país, colonizado por uma metrópole contrarreformista, que considerava os índios como bárbaros e os escravos negros como propriedade de seus senhores; para essa grande parcela da população, a educação era, pois, perfeitamente dispensável. A essas circunstâncias, associavam-se as dificuldades naturais de prover instituições escolares em um país imenso, despovoado, com enormes distância. (GOMES, 2012, p. 16)

No tocante aos direitos do povo, por um motivo ou outro, às vezes soando como meramente desculpa, o que estava no papel não era necessariamente colocado em prática já naquela época.

Falando do ensino secundário, os colégios passaram a objetivar a preparação para o ingresso nas Academias Militares e Escolas Superiores, o que acarretou nova limitação no ensino da Matemática, visto que ela geralmente não era exigida dos exames de seleção, e quando o era se restringia à aritmética e geometria.

Em 1837, o Ministro Interino do Império, Bernardo Pereira de Vasconcelos, cria o Colégio Pedro II, na cidade do Rio de Janeiro, e a partir dele tem-se um primeiro plano gradual e integral de estudos para o ensino secundário, em que os alunos eram promovidos por série, e não por disciplinas.

Com o Colégio Pedro II se buscou um elo entre o ensino humanista clássico (o latim, o grego, a retórica, a poética, a filosofia) e as tendências modernas, possibilitando o ingresso das matemáticas em todas as séries do ensino secundário da instituição conforme pode-se vê no quadro 1, que mostra a “matriz curricular” do Colégio Pedro II quando de sua fundação, que eles chamavam de tabela.

Quadro 1: "Matriz curricular" do Colégio Pedro II quando de sua fundação	
Capítulo XIX Do objecto do ensino Art. 117. Os estudos do Collegio são os constantes das Tabellas seguintes.	
TABELLA PRIMEIRA Aulas 8ª e 7ª: 24 lições por semana Gramática Nacional - cinco lições ________ Latina - cinco lições Aritmética - cinco lições Geographia - cinco lições Desenho - duas lições Música vocal - duas lições	TABELLA QUARTA Aulas 3ª: 25 lições Latinidade - dez lições Lingua Grega - cinco lições _____ Inglesa - huma lição Historia - duas lições Sciencias Physicas - duas lições Algebra - cinco lições
TABELLA SEGUNDA Aulas 6ª: 24 lições Latinidade - três lições Lingua Grega - huma lição _____ Francesa - huma lição Arithmetica - huma lição Geograhia - huma lição Historia - duas lições Desenho - quatro lições Musica - duas lições	TABELLA QUINTA Aulas 2ª: 30 lições Philosophia - dez lições Rhetorica e Poetica - cinco lições Sciencias Physicas - duas lições Historia - duas lições Mathematica - cinco lições
TABELLA TERCEIRA Aulas 5ª e 4ª: 24 lições Latinidade - dez lições Lingua Grega - duas lições _____ Francesa - duas lições _____ Inglesa - duas lições Historia - duas lições Historia Natural - duas lições Geometria - duas lições Musica - duas lições	TABELLA SEXTA Aulas 1ª: 30 lições Philosophia - dez lições Rhetorica e Poetica - dez lições Historia - duas lições Sciencias Physicas - duas lições Astronomia - tres lições Mathematica - tres lições
Fonte: Regulamento nº 8, de 31 de janeiro de 1838. cap XIX, Art. 117	

O Colégio Pedro II tornou-se referencial entre as instituições de ensino secundário no Brasil.

Com a Proclamação da República, constata-se uma população em sua grande maioria analfabeta, cerca de 85%. Assim, o ensino brasileiro sofre nova mudança radical, com a chamada Reforma Benjamin Constant, recebendo o nome daquele que a estabeleceu, o então primeiro-ministro do recém-criado Ministério da Instrução, Correios e Telégrafos.

A reforma, instituída em 1890, promovia mudanças nos ensino primário e secundário, porém legalmente estava limitada ao Distrito Federal, o que não impedia de ser uma referência para a organização do ensino nos estados, antes províncias.

Seguindo o ideário do filósofo francês Augusto Comte, a Reforma Benjamin Constant introduz uma formação científica em detrimento da formação literária privilegiada até então. Para isso promove a inclusão de todas as partes da Matemática, pois esta era considerada a principal ciência segundo a filosofia positivista.

Figura 1: Benjamin Constant (1833 – 1891)

Figura 2: Augusto Comte (1798 – 1857)

Fonte da figura 1: www.museuimperial.com.br/museuimperial-personagens.htm último acesso em 09/08/2015
Fonte da figura 2: www.buzzquotes.com/auguste-comte-quotes-religion último acesso em 09/08/2015

O ensino secundário passa a ser opcional e no ensino primário vê-se, paulatinamente em cada estado e no Distrito Federal, a instauração de um novo modelo organizacional, com os grupos escolares, os quais reuniam as classes em séries, estruturadas progressivamente, com cada série numa sala, com um professor, e grupos de quatro ou cinco séries reunidos em um mesmo prédio.

Por falar em educação primária e nos professores para essa modalidade, no início do século XX chega ao Brasil um movimento educacional que surgira na Europa algum tempo antes, o Movimento Escola Nova, cujos dois aspectos principais de acordo com Saviani "são a presença do trabalho no processo de instrução técnico-profissional e a descoberta da psicologia infantil" (SAVIANI, 2010, p. 198). Ou seja, os dois princípios básicos dos escolanovistas eram, em primeiro lugar, a construção de um homem pronto para a indagação e resolução de seus problemas técnicos, e por conseguinte, uma visão de que a criança aprende-agindo, experimentando e praticando, isto é, vivenciando.

Para a efetivação dos seus princípios, eles consideravam a escola como uma necessidade social, e defendendo a educação como o único elemento genuinamente eficaz para a construção de uma sociedade democrática, com respeito às diversidades e à individualidade do sujeito, o escolanovismo se desencadeou na Europa, na América e no Brasil, devido à democratização e universalização do ensino, e ao desenvolvimento das ciências auxiliares.

Num Brasil repleto de transformações econômicas, políticas e sociais, em geral provocadas pelo processo de urbanização e pelo deslocamento do eixo econômico brasileiro do Nordeste açucareiro para o Centro-Sul com a ampliação da cultura cafeeira, o Movimento Escola Nova promoveu uma mudança no ponto de vista intelectual brasileiro, tentando fixar ideias que já há algum tempo estavam difundidas na Europa.

Ainda que o Movimento Escola Nova estivesse, em sua maioria, fundado em condições teóricas, suas principais ideias não se restringiam neste campo. Como diz Miorim:

> Apesar de o termo Movimento da Escola Nova englobar uma variedade de correntes pedagógicas modernas, que podiam até mesmo conter princípios divergentes, é inegável que algumas ideias básicas eram aceitas por todos. Dentre elas estavam o "princípio da atividade" e o "princípio de introduzir na escola situações de vida real". Esses princípios provocaram uma mudança radical no ensino das séries iniciais, em particular no de Matemática. De uma "Matemática do quadro-negro", emprestando uma expressão usada por Irene de Albuquerque, passaríamos a uma "Matemática de atividade". (MIORIM, 1988, p. 90)

Por sua vez, o escolanovismo não chegou ao ensino secundário e as propostas modernizadoras apresentadas no mundo inteiro não estavam em pé de igualdade com o desenvolvimento da Matemática em si. Até que em artigo publicado em 1905, David Eugene Smith, professor no Teachers College da Columbia University sugere a criação de uma Comissão Internacional para estudar questões relativas ao ensino de Matemática.

Figura 3: David Eugene Smith (1860 – 1944)

Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/David_Eugene_Smith último acesso em 09/08/2015

Smith defendia que através de um estudo entre as propostas pedagógicas existentes nos diferentes países seria possível fornecer material suficiente para organizar os currículos. Sendo uma proposta oficial para criar essa Comissão foi apresentada no Quarto Congresso Internacional de Matemática, ocorrido em 1908 em Roma.

Assim, surge ainda no início do século XX, o denominado Primeiro Movimento Internacional para a Modernização do Ensino de Matemática, cujas principais propostas eram: promover a unificação dos conteúdos matemáticos abordados na escola em uma única disciplina, enfatizar as aplicações práticas da Matemática e introduzir o ensino do cálculo diferencial e integral e o estudo das funções no nível secundário.

A característica mais marcante dessa proposta, a criação de uma nova disciplina chamada Matemática, começou no Colégio Pedro II, quando sua congregação aprova em 1928 a unificação das antigas disciplinas de Aritmética, Álgebra, Geometria e Trigonometria, que eram ensinadas por docentes distintos e faziam uso de livros diferentes.

No que se trata da ênfase às aplicações práticas, primava a reformulação do ensino da Matemática, tendo uma visão mais moderna da Matemática, através da extinção dos assuntos de interesse unicamente formalístico e dos mecanismos sem intento didático.

E no que concerne à introdução das noções do cálculo infinitesimal e do conceito de função, sendo este último visto como aglutinador dos vários ramos da Matemática, mesmo primando pelo desmembramento destes para enfatizar suas aplicações, temos seus objetivos ratificados pelas "instruções pedagógicas" da reforma:

> A Matemática será sempre considerada como um conjunto harmônico cujas partes estão em viva e íntima correlação. A acentuação clara dos três pontos de vista – aritmético, algébrico e geométrico – não deve, por isso, estabelecer barreiras intransponíveis, que impeçam o estudante de perceber as conexões entre aquelas disciplinas.
> Para dar unidade à matéria, estabelecendo-se essa estreita correlação entre as diferentes modalidades do pensamento matemático, será adotada, como idéia central do ensino, a noção de função, apresentada, a princípio, intuitivamente e desenvolvida nas séries sucessivas [...], de modo gradativo, tanto sob a forma geométrica como sob a analítica.
> Como um desenvolvimento natural do conceito de função, será incluído na 5ª série o ensino das noções fundamentais e iniciais do cálculo das derivadas, tendo-se não só em vista a sua aplicação a certas questões, geralmente tratadas em matemática elementar por processos artificiais, como ainda aos problemas elementares da mecânica e da física [...]
> O assunto deverá, portanto, ser escolhido de modo que se ensinem exclusivamente as noções e os processos que tenham importância nas aplicações práticas, ou sejam necessárias à ligação íntima das partes que o constituem [...]
> E, por fim, com o intuito de aumentar o interesse do aluno, o curso será incidentalmente entremeado de ligeiras alusões a problemas clássicos e curiosos e aos fatos da história da Matemática, bem como à biografia dos grandes vultos desta ciência. (Decreto nº 19.890 de 1931 *apud* MIORIM, 1998, p. 96).

Contudo as ideias modernizadoras nas escolas secundárias brasileiras somente se estabeleceram de forma incisiva em 1931, com a Reforma Francisco Campos, publicada quando da gestão desse professor mineiro como o primeiro titular do Ministério da Educação e da Saúde, do governo Getúlio Vargas.

Figura 4: Francisco Campos (1891 – 1968)

Fonte: http://www.projetomemoria.art.br/JK/verbetes/francisco_campos.html último acesso em 09/08/2015

De acordo com Saviani:

> Já no primeiro semestre de 1931 o ministro da Educação e Saúde Pública baixou um conjunto de sete decretos, conhecidos como Reforma Francisco Campos:
> [...]
> Com essas medidas resultou evidente a orientação do novo governo de tratar a educação como questão nacional, convertendo-se, portanto, em objeto de regulamentação, nos seus diversos níveis e modalidades, por parte do governo central. (SAVIANI, 2010, p. 195)

Isto é, o novo governo sugeria ter a educação entre suas prioridades.

O autoritário Francisco Campos, juntamente com Mário Casasanta, já havia remodelado o ensino primário e normal público de Minas Gerais entre 1927 e 1928, seguindo as ideias do movimento renovador da educação.

E para a Reforma nacional, que tinha um caráter eminentemente educativo, deu à nova disciplina Matemática, junção das disciplinas matemáticas de até então, uma proposta curricular bem delineada, sendo, por exemplo, iniciada por uma exposição das finalidades do ensino da Matemática:

> O ensino da Matemática tem por fim desenvolver a cultura espiritual do aluno pelo conhecimento dos processos matemáticos, habilitando-o, ao mesmo tempo, à concisão e ao rigor do raciocínio pela exposição clara do pensamento em linguagem precisa.

> Além disso, para atender ao interesse imediato da sua utilidade e ao valor educativo dos seus métodos, procurará, não só despertar no aluno a capacidade de resolver e agir com presteza e atenção, como ainda favorecer-lhe o desenvolvimento da capacidade de compreensão e de análise das relações quantitativas e espaciais, necessárias às aplicações nos diversos domínios da vida prática e à interpretação exata e profunda do mundo objetivo.[1]

A expressão bastante usada na Reforma Francisco Campos era que "o aluno fosse um descobridor e não um receptor passivo de conhecimentos" e para isso ela defendia que no ensino era necessário levar em conta tanto o desenvolvimento mental do aluno, como os seus interesses, renunciando totalmente à memorização sem raciocínio, ao enunciado abusivo de definições e ao estudo sistemático das demonstrações, e sim privilegiando a resolução de problemas.

Sendo uma proposta revolucionária, sofreu os mais diversos ataques contra a sua implantação. Ataques fundamentados pelo excesso de assuntos, pelo sistema de ciclos e pela eliminação da apresentação "lógica", os quais eram tidos como os responsáveis pela Matemática abandonar seu principal subsídio para o ensino, isto é, a "formação da inteligência". Essa oposição era de um modo geral, orquestrada por aqueles que defendiam o ensino do latim e das humanidades clássicas, como o padre Arlindo Vieira que considerava a mudança "uma descida de nível dos estudos secundários no Brasil" (Vieira apud MIORIM, 1998. p. 99). Porém também tinha entre seus opositores alguns professores de matemática adaptados ao modo anterior, como o professor Almeida Lisboa, que através de vários artigos atacava abertamente o professor Euclides Roxo, o principal responsável pela reforma no que diz respeito à Matemática, talvez até na reforma como um todo.

> A Matemática desapareceu do ensino secundário. Eis o triste resultado do que se chama enfatuadamente "a moderna orientação do ensino de matemática", e é apenas uma orientação brasileira, atestando a nossa incompetência pedagógica. As verdadeiras demonstrações, os raciocínios perfeitos, o rigor e a lógica da ciência, tudo o que faz a beleza e a imensa utilidade da matemática foi abolido do ensino oficial. (LISBOA apud MIORIM, 1998. p. 102)

O professor Euclides Roxo refutava toda essa ofensiva dizendo que "nenhuma ideia original, nenhum ponto de vista pessoal havia", contudo sua opinião em defesa da modernização da matemática era evidente no texto da reforma.

Outro motivo para essa reforma propagar adeptos era o fato de Euclides Roxo não ser apenas um teórico e sim um professor do ensino secundário, colega no Colégio Pedro II de seu opositor Almeida Lisboa.

---

1. **Novíssimo Programa do Ensino Secundário** (nos termos do art.10, do decreto n. 19890 de 18 de abril de 1931). Rio de Janeiro, 1931 extraído de GOMES, Maria Laura Magalhães. História do Ensino de Matemática: uma introdução. p. 19. Belo Horizonte: CAED, 2012.

O agravante era que esses ataques, em especial aqueles voltados ao ensino da Matemática eram fortificados pela carência de livros didáticos que seguissem as ideias modernizadoras, e pelo fato do ensino ser realizado por professores inseguros em trabalhar tal Matemática.

O movimento também propunha uma aproximação do ensino da matemática nos diferentes níveis de ensino, como apregoa Miorim (1998, p. 68) ao fazer referência ao matemático alemão Felix Klein: “Klein acreditava que estudos mais avançados de matemática nas universidades acarretariam uma mudança de qualidade no ensino nas escolas secundárias.”

É importante citar o Felix Klein, pois além de ser um dos grandes expoentes desse movimento ao se preocupar com o ensino da Matemática em diferentes níveis, ele mostrava um forte interesse por questões pedagógicas, aliado a seu sério envolvimento com a pesquisa e à sua entusiástica forma de lecionar.

Figura 5: Euclides Roxo (1890 – 1950)

Figura 6: Felix Klein (1849 – 1925)

Fonte da figura 5: www.maxwell.vrac.puc-rio.br/12024/12024_3.PDF último acesso em 09/08/2015
Fonte da figura 6: www.akpool.co.uk/postcards/137616-postcard-goettinger-professoren-mathematiker-felix-klein último acesso em 09/08/2015

Embora seja complicado precisar quanto dos ideais do movimento foram impregnados no sistema educacional brasileiro, é fatídico que o sistema começou a absorvê-los, mesmo não produzindo os resultados esperados. É extremamente difícil determinar até onde os princípios modernizadores atingiram o ensino secundário brasileiro de matemática, contudo é fato que eles foram um início para outro movimento de reformulação matemática, o chamado Movimento da Matemática Moderna, que se espalhava pelo mundo e surgiu no Brasil com a Reforma Capanema.

Enquanto a Reforma Francisco Campos tirou do ensino secundário o caráter preparatório para cursos superiores, colocando-lhe como função a formação, buscando o desenvolvimento do estudante, bem como de suas faculdades de apreciação, de juízo e de critério, a reforma de 1942, comandada pelo novo Ministro da Educação e Saúde Gustavo Capanema, estava baseada numa divisão econômico-social do trabalho.

Figura 7: Gustavo Capanema (1900 – 1985)

Fonte: http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-671401119-foto-antiga-ministro-gustavo-capanema-_JM último acesso em 09/08/2015

Essa reforma era fortemente sustentada pelas opiniões nacionalistas de Getúlio Vargas e seu projeto político ideológico, onde a educação era vista como uma maneira de desenvolver habilidades e mentalidades de acordo com os diferentes papéis atribuídos a cada classe social.

Assim, a Lei Orgânica do Ensino Secundário que regia reforma, além de estabelecer no ensino secundário um primeiro ciclo de quatro anos de duração, denominado ginasial, e um segundo ciclo de três anos, onde esse último ciclo se subdividia em dois: o curso clássico e o científico, criou o ramo secundário técnico-profissional, subdividido em industrial, comercial, agrícola e normal (para formação de professores para a escola primária).

Embora a Reforma Capanema tivesse um teor centralista e dualista no sentido de separar o ensino secundário para as elites e o ensino profissional para o povo, sendo seus currículos caracterizados, em sua maioria, pelo enciclopedismo, com valorização da cultura geral e humanística, o ensino da Matemática no Brasil se alterou muito a partir do final da década de 1950, quando começaram a ocorrer os primeiros congressos nacionais de ensino realizados em nosso país.

Ao iniciar o artigo *Herbert Fermont: o ensino de Matemática através de suas aplicações*, Mª Laura M. L Lopes diz: “O enfoque estruturalista adotado pelo grupo Bourbaki, repercutiu com extrema rapidez nos programas da escola elementar e da secundária antes mesmo de alcançar a concordância dos matemáticos das diferentes correntes de pensamento.” (LOPES, 1984, p.28).

A falta de consenso entre a comunidade matemática sobre o pensamento estruturalista de Nicolas Bourbaki pode ser um reflexo da característica principal do próprio Bourbaki, pois ainda que seu nome esteja colocado entre o dos matemáticos mais influentes do século XX, o homem Bourbaki não era conhecido, sendo comprovado posteriormente que se tratava de um pseudônimo usado por um grupo de matemáticos.

Assim, a inquietação com a análise das estruturas, que aliada à ênfase na abstração, esteve entre as características marcantes da matemática do início do século XX, e despertou o interesse dos entusiastas pelo ensino da matemática a levarem essas características para o ensino básico. E para isso, o trabalho de Bourbaki serviu como alicerce para a fundamentação teórica do Movimento da Matemática Moderna. Como diz Eves:

> Como, em geral, se podem expressar as ideias abstratas da matemática de maneira mais clara e concisa em ternos da notação e dos conceitos da teoria dos conjuntos e como esta é, reconhecidamente, um dos fundamentos da matemática, compreende-se por que a matemática moderna se inicia com uma introdução elementar à teoria dos conjuntos e prossegue com uma utilização persistente de suas notações e ideias. (EVES, 2004, p. 691)

Dentre as causas do novo movimento, está um fato fora da Matemática. No caso, o lançamento do Sputnik em 1957, o primeiro foguete soviético, que incutiu nos Estados Unidos a necessidade de superar os russos na corrida espacial através do desenvolvimento em massa de matemáticos, físicos e demais cientistas.

Para isso foi necessário um movimento de renovação, tornando o conteúdo matemático escolar mais próximo do pensamento científico e do avanço tecnológico para assim contribuir de forma objetiva com os progressos científicos da sociedade em desenvolvimento, além de seguir uma política de modernização econômica.

Não só nos Estados Unidos, como na Europa o Movimento da Matemática Moderna se manifestou, como exemplifica Gomes:

> Em 1959,a Organização Europeia de Cooperação Econômica – OECE – realizou uma conferência de duas semanas de duração na cidade de Royaumont, na França, reunindo especialistas de vinte países para discutir propostas de mudanças para o ensino de Matemática no nível secundário. Buscava-se, com o Movimento da Matemática Moderna, renovar o ensino pela introdução, no currículo, de aspectos da Matemática desenvolvida mais modernamente, isto é, a partir do século XVIII.

> Foi nessa conferência que se estabeleceram as bases do movimento modernista: além da introdução, nos currículos, de uma Matemática produzida mais recentemente, defendia-se o realce na precisão da linguagem matemática; uma nova abordagem dos conteúdos tradicionais na qual estivessem presentes as linguagens dos conjuntos, as relações (subconjuntos do conjunto dos pares ordenados do produto cartesiano de dois conjuntos) e as estruturas matemáticas (anéis, grupos, corpos, espaços vetoriais),a sequenciação dos conteúdos de acordo com a moderna construção lógica da Matemática, o destaque para as propriedades das operações em lugar da ênfase nas habilidades computacionais. (GOMES, 2012, p. 23)

No Brasil, a penetração do ideário da Matemática Moderna também foi intensa, sendo o 3º Congresso Brasileiro de Ensino de Matemática, realizado no Rio de Janeiro em 1959, o marco do movimento no país.

Grupos foram instituídos com o objetivo de preparar material e capacitar professores para lecionarem sob essas novas diretrizes, como o GEPEM – o Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática no Rio de Janeiro e o GEEM – Grupo de Estudos do Ensino da Matemática em São Paulo.

Além das metas já comentadas (integração dos campos da aritmética, da álgebra e da geometria no ensino, através da inclusão de elementos aglutinadores, como a linguagem dos conjuntos, as estruturas algébricas e o estudo das relações e funções), o Movimento da Matemática Moderna também primava pela necessidade de atribuir maior valor aos aspectos lógicos e estruturais da Matemática, em oposição às características pragmáticas que, naquele momento, predominavam no ensino, refletindo-se na apresentação de regras sem justificativa e na mecanização dos procedimentos.

Contudo o modelo, axiomático e unificado, estendido ao ensino resultou em lamentável descompasso, visto a falta de três tipos de materiais que se entrelaçam: o humano, o didático e o pedagógico.

No que concerne aos recursos humanos, embora houvesse esforço de alguns grupos como o GEPEM, a necessidade de um recrutamento em larga escala e menos seletivo de professores, provocou a uma intensificação do processo de depreciação da função docente, manifestada no rebaixamento salarial e na maior insalubridade das condições de trabalho.

No tangente aos materiais de apoio didático, além da escassez de livros sob essa nova visão Gomes nos alerta outro problema:

> Nesse momento, os professores precisam de recursos que suavizem as atribuições docentes, e uma das estratégias para isso é transferir ao livro didático a tarefa de preparar aulas e exercícios. Observa-se, então, um aumento da importância dos livros didáticos no ensino de todas as disciplinas escolares. (GOMES, 2012, p. 24)

Ou seja, o forte apego dos professores com o livro didático como única fonte para preparo das aulas, já comentado no primeiro capítulo deste trabalho através dos comentários sobre os debates promovidos, matematicamente falando, teve início talvez nesse período.

E aliado a esses problemas está outro de cunho pedagógico. A preparação e a capacitação dos professores não acompanharam a já mencionada extensa necessidade de profissionais. E ainda, faltou um maior estudo acerca dos vários conceitos que não tiveram sua aplicabilidade avaliada pedagogicamente. Se nos Estados Unidos a recepção ao Movimento da Matemática Moderna foi preocupante, onde cerca de 80% da população não se mostrou atraída pela Ciência e/ou tecnologias avançadas, sua transferência ao Brasil provou-se mais inquietante.

Sem contar as críticas internacionais que vieram na década de 1970. Apreciações feitas devido à ideia da Matemática pela Matemática, através do seu formalismo e dos aspectos estruturais, assim como a preocupação excessiva com a linguagem e os símbolos.

Dentre os opositores da Matemática Moderna pode-se citar René Thom, na França e Morris Kline e Herbert Fremont, nos Estados Unidos. Sendo o último, professor do Queens College of The New York City University, que, consciente e construtivamente, enfatiza:

> (1) a necessidade para os professores de mostrar aos estudantes que não há razão para temer a Matemática e (2) a Matemática está integrada no cotidiano de suas vidas. Este objetivo é alcançado através de uma abordagem de resolução de problemas que utilize uma grande variedade de aplicações e desafios que ilustrem por que a Matemática é tão importante. (FREMONT *apud* LOPES, 1984, p.30).

Figura 8: René Thom (1923 – 2002)

Figura 9: Morris Kline (1908 – 1992)

Fonte da figura 8: www.ihes.fr/jsp/site/Portal.jsp?document_id=398&portlet_id=1103 último acesso em 09/08/2015
Fonte da figura 9: www.goodreads.com/author/show/163896.Morris_Kline último acesso em 09/08/2015

É necessário também comentar que os dois movimentos de reforma do ensino da matemática citados tinham características comuns como, por exemplo, terem entre seus objetivos a minimização da distância entre o ensino médio e o superior, mas por outro lado apregoavam diferenças consideráveis. Diz Miorim:

> O movimento reformador do início do século procurou na intuição e nas aplicações da Matemática a outras áreas do conhecimento os elementos fundamentais para a elaboração de sua proposta, elegendo o conceito de função como o elemento unificador. O Movimento da Matemática Moderna, entretanto, apresentou uma proposta axiomática desenvolvida pelo grupo Bourbaki, na qual os elementos essenciais eram os conjuntos, as relações e as estruturas. (MIORIM, 1998, p. 111).

Enquanto o primeiro movimento não conseguiu repercussão, o Movimento da Matemática Moderna alastrou-se pelo mundo, sendo essa uma das causas da instauração de outro movimento conhecido como Movimento de Educação Matemática, que, por sua vez, também mostrou motivo de grandes divergências.

A Educação Matemática teve na década de 1980 a sua estruturação, através de ideias germinadas anteriormente, acontecendo em âmbito internacional, em várias instâncias e em todos os níveis de ensino.

Como marco para a concretização do movimento aqui no Brasil temos o I Encontro Nacional de Educação Matemática, I ENEM, em São Paulo em 1987, o qual foi gerado a partir da 6ª Conferência Interamericana de Educação Matemática, realizada em Guadalajara – México em 1985. E o outro fato importante para o estabelecimento dos debates sobre a Educação Matemática foi o II Encontro Nacional de Educação Matemática em Maringá em 1988, pois nele foi criada a Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SBEM.

O principal motivo do Movimento da Educação Matemática agrupar adeptos é por este buscar a criação de estratégias e propor currículos com enfoques diferentes para os conteúdos. Veja as palavras de Ubiratan D'Ambrosio em artigo publicado nos anais do I Encontro Nacional de Educação Matemática:

> Ao examinar as tendências da Educação Matemática para a década seguinte nos defrontamos com desafios das mais diversas áreas do conhecimento. Começamos por preocupações de natureza histórica e epistemológica, visando a uma compreensão mais adequada da própria natureza do conhecimento matemático e científico, que passa agora por profunda revisão, sobretudo em consequência do reconhecimento de diversas formas de explicação até então consideradas marginais, tais como a etnomatemática. E prosseguimos por preocupações de natureza social, a partir de uma análise do significado da educação de massa no que se refere a uma verdadeira democratização de oportunidades para todas as crianças que entram no sistema, eliminando as distorções causadas pelos chamados "reprovados", indivíduos incapazes de acompanhar o ritmo proposto pelo professor. (D'AMBROSIO, 1987, p. 4)

E ainda, como de acordo com Gomes,

> Um dos efeitos da disseminação das ideias do Movimento da Matemática Moderna, de acordo com vários autores, foi uma diminuição da presença dos conteúdos geométricos nas práticas pedagógicas realizadas nas escolas, tanto pelo papel de relevo adquirido pela álgebra quanto pela falta de subsídios dos professores para efetivar as propostas modernistas para a geometria. (GOMES, 2012, p. 25)

Assim, outros dois dos primeiros princípios da Educação Matemática era a reintegração da geometria ao programa e, sobretudo, a adoção de uma abordagem ligada ao cotidiano e vinculada às demais áreas do conhecimento.

Contudo os matemáticos não ligados à educação se dividem entre os que apoiam o movimento e os que resistem às mudanças. Para exemplificar tais entraves, cita-se as palavras de Machado sobre uma das atribulações da interdisciplinaridade, um dos temas centrais deste trabalho, que tem notável significado defendido pela Educação Matemática:

> Por outro lado, também é muito freqüente o fato de que tão logo dois temas estabelecem um mínimo de relações fecundas e promissoras, na ante-sala de um trabalho interdisciplinar, surge a pretensão de se erigir uma nova disciplina, uma nova área do conhecimento, uma nova ‘ciência’, o que passa a consumir esforços e energias dos ‘militantes’ engajados na tarefa de estatuir a natureza do novo campo, de caracterizar seu espaço de atuação. Por paradoxal que pareça, nesses casos, em vez de a aproximação entre os dois temas favorecer a interdisciplinaridade, geralmente a dificulta, conduzindo mais facilmente à negação dos interesses comuns, como um recurso para a auto-afirmação, do que à colaboração pura e simples. Exemplos de tais situações estão presentes em maior ou menor grau na criação de áreas disciplinares como Psicopedagogia, Psicossociologia ou ainda, <u>na confluência de dois temas fundamentais como Ética e Biologia (Bioética) ou Educação e Matemática (Educação Matemática)</u>. (o grifo é nosso) (MACHADO, 2006, p. 118).

Num mesmo parágrafo, Machado enfatiza a importância da Educação Matemática: “... na confluência de dois temas fundamentais ...” e mostra cuidado com ela: “surge a pretensão de erigir ... uma nova área do conhecimento, ...o que passa a consumir esforços e energias...”, ou seja, a Educação Matemática é um movimento delicado, pois até os que a defendem registram não só o valor dela, como também os cuidados requisitados.

Este levantamento histórico da educação brasileira, mais precisamente do ensino de Matemática no Brasil, embora tenha transcorrido por vezes abruptamente, evidencia o preconceito que envolve tal ensino.

Assim, Ferreira declara: “Preconceito. *s.m.* 1. Ideia preconcebida. 2. suspeita, intolerância, aversão a outros povos, credos, religiões, etc.” (FERREIRA, 2001, p. 588). Ao citar o preconceito contra o ensino de Matemática, deve-se considerar o preconceito de acordo com o primeiro significado proposto por Ferreira, isto é, como opinião, ou sentimento, formado antes de ter os conhecimentos adequados ou sem fazer um exame crítico.

Veja o que o próprio D'Ambrosio já chegou a declarar sobre a Matemática:

> A matemática é reconhecida pela sua múltipla importância por todos os governos de todos os países e incluída, por conseguinte, como matéria obrigatória e universal, constante de todos os currículos, em todos os graus de instrução e em todos os países do mundo. Essa dominância universal e absoluta da matemática sobre todas as demais disciplinas escolares, inclusive a da própria língua pátria – que obviamente não tem o caráter de universalidade – nos convida a uma reflexão muita profunda e abrangente do porquê dessas características de um setor do conhecimento humano. (D'AMBROSIO, 1987, p. 4)

Em geral, antes de o aluno chegar à escola, a família e todos aqueles que o cercam colocam uma carga de grande importância à Matemática, antes de estudar diversas partes da Matemática o estudante já ouve que aquele assunto é muito difícil, causando prejuízos nas mais diferentes instâncias.

À época dos jesuítas, quando a escola chega ao Brasil, encontram-se os indícios iniciais deste preconceito ao eleger os estudos clássico-humanísticos como ideais, sem tomar o real conhecimento da Matemática, pois ela não se limita a uma correlação lógica de conjecturas acerca de ideais abstratas.

Com o passar dos tempos, o início da educação escolar distante da Matemática, entre outras ciências, solidificou uma considerável resistência à mudanças, exemplificada pelos empecilhos aos movimentos do século XIX, pois é notável que até a Matemática Moderna, com suas questionáveis e polêmicas ideias, partiu de boas intenções mal dirigidas. Veja o que diz Lima:

> Por outro lado, é errado pensar que tudo que veio com a onda da Matemática Moderna deve ser posto de lado. Algumas de suas coisas boas foram: o uso da linguagem de conjuntos, que facilita, dá precisão e assegura generalidade à expressão das ideias matemáticas (desde que usada com moderação) e a ênfase na conceituação adequada dos objetos matemáticos. (LIMA, 2007, p. 152)

Assim, alguns aspectos divergentes permaneceram no ensino da Matemática.

Hoje em dia, diversos são os professores que quando eram alunos habituaram-se a um ensino carregado em demonstrações e exercícios repetidos, que provocam uma falta de objetividade e sobrecarga de detalhes sem significância, resquícios do grupo Bourbaki e seus seguidores, resultando em profissionais resistentes a mudanças.

> Afinal, não vivemos numa sociedade como a grega, onde a Matemática era destinada ao deleite da elite intelectual e os escravos podiam, e até deviam, ficar longe dela. Em nossa sociedade, cada vez menos o homem comum pode passar ao largo dos conhecimentos matemáticos, cada vez mais os técnicos precisam imiscuir-se em conteúdos matemáticos que só a especialistas interessavam, em passado recente. (MACHADO, 1994, p. 63)

Outro aspecto preconceituoso, idealizado por colegas de outras disciplinas e muitas vezes defendido até por colegas matemáticos, é o ato de tratar a Matemática como uma ciência à parte, esquecendo que devido a Matemática ser uma ciência sempre integrada nas atividades humanas, ela não pode ser isolada.

E seguindo o raciocínio de ideias estabelecidas sem aprofundamento dos conhecimentos, chega-se ao preconceito Matemático versus Educador Matemático, muitas vezes nutrido no meio acadêmico.

A Educação Matemática, sendo um movimento em busca de estudos e melhorias, consequentemente criou extremos de opiniões. De um lado têm-se matemáticos que identificam unicamente na obtenção de conteúdos o caminho para a aprendizagem, enquanto há educadores que defendem a supremacia exacerbada de metodologias independentes do conteúdo. É difícil encontrar um professor e/ou estudioso que mescle as duas correntes de raciocínio.

Contudo, tais diferenças não são “privilégios” da Matemática, como diz Papert citado por Lopes:

> Nas atuais definições profissionais, os físicos pensam em como fazer física, os educadores pensam em como ensiná-la. Não há lugar reconhecido para as pessoas cuja pesquisa é realmente física, mas voltada para direções que são significativas do ponto de vista educacional. Tais pessoas não são particularmente bem recebidas num departamento de física; seus objetivos educacionais servem para banalizar seu trabalho aos olhos de outros físicos. Nem eles são bem-vindos na faculdade de educação - lá sua linguagem altamente técnica não é compreendida e seus critérios de pesquisa estão em descompasso com os demais membros. (PAPERT,1985, p.223)

Outra razão para defender os problemas citados como ideias preconcebidas sobre a Matemática, e até sobre interdisciplinaridade, é o fato de suas soluções dependerem de uma abertura de opiniões, abrindo mão de certos preceitos, para que novas ideias sejam assimiladas. A razão de ser da Matemática, o tipo de matemática que precisa e pode ser repassada, as mudanças de que o seu ensino necessita, a distinção entre o ponto de vista do matemático puro e do educador são quatro pontos que possuem extremos conflitantes, mas compartilham ideias progressistas.

Há necessidade de conversas claras entre os profissionais da educação, tomando pontos como: O que é gramática hoje? Onde está a Matemática? Como a História interfere no presente? O que é ensino de qualidade? É preciso debates entre professores, acadêmicos e pesquisadores das diversas áreas, a fim de compreenderem a atuação prática e o ideário abstrato de cada disciplina. Requer mostrar o belo que há em cada conceito, bem como sua aplicabilidade.

2.1. DIVERGÊNCIAS SÃO NECESSÁRIAS

Quanto às mudanças, antes de começar a mudar tudo, vai um alerta: só conseguir a atenção da turma, e mais ainda, só fazer a turma gostar da aula não significa que todos estejam aprendendo, o envolvimento dos alunos é necessário, mas não é suficiente.

As mudanças para tornarem-se proveitosas necessitam de debates, questionamentos e estudo das divergências, tanto em sentido macro quanto no âmbito da sociedade em questão, que no caso é a sala de aula.

E a respeito das divergências entre matemáticos e outros educadores, é preciso torná-las salutar, pois enquanto ideias contrárias geram lucros e prejuízos, os pensamentos únicos não produzem nenhum destes, impedindo os avanços.

Os diferentes tipos de educadores comungam diversas ideias, então os matemáticos e os educadores matemáticos possuem uma base como sim. A interpretação dessas ideias é que por vez se faz resumida e/ou equivocada.

Lima, defende:

> Quando se pensa em ensinar Matemática, dois aspectos que se complementam precisam ser considerados separadamente. [...] a estruturação do curso e a didática das aulas.
>
> [...], o ensino da Matemática deve abranger três componentes fundamentais, que chamaremos de Conceituação, Manipulação e Aplicações.
>
> Da dosagem adequada de cada um desses três componentes depende o equilíbrio do processo de aprendizagem, o interesse dos alunos e a capacidade que terão para empregar, futuramente, não apenas as técnicas aprendidas nas aulas, mas sobretudo o discernimento, a clareza de ideias, o hábito de pensar e agir ordenadamente, virtudes que são desenvolvidas quando o ensino respeita o balanceamento dos três componentes básicas. [...]
>
> A conceituação compreende a formulação correta e objetiva das definições matemáticas, o enunciado preciso das proposições, a prática do raciocínio dedutivo, [...] o estabelecimento de conexões entre conceitos diversos, bem como a interpretação e a reformulação de ideias e fatos sob diferentes formas e termos. [...]
>
> A manipulação, [...] permite ao usuário da Matemática concentrar sua atenção consciente nos pontos realmente cruciais, poupando-o da perda de tempo e energia com detalhes secundários.
>
> As aplicações são empregos das noções e teorias da Matemática para obter resultados, conclusões e previsões em situações que vão desde problemas triviais do dia-a-dia a questões mais sutis que surgem noutras áreas, quer científicas, quer tecnológicas, quer mesmo sociais. [...] constituem a principal razão pela qual o ensino da Matemática é tão difundido e necessário, desde os primórdios da civilização até os dias de hoje e certamente cada vez mais no futuro. Como as entendemos, as aplicações do conhecimento matemático incluem a resolução de problemas, essa arte intrigante que, por meio de desafios, desenvolve a criatividade, nutre a auto-estima, estimula a imaginação e recompensa o esforço de aprender. (LIMA, 2007, p. 139 a 141).

Uma citação longa, mas repleta de pontos que servem de alavancas para debates. Nela encontram-se fatos que destoam de muitas ideias dos educadores, o que não é extinguível, nem reprovável, pois não se procura um casamento perfeito entre ambas as visões. Contudo as divergências não são um sinal de ojeriza extrema. Pode haver desacordo em alguns pontos, como ao citar: "considerados separadamente" ou "futuramente", onde cito D'Ambrosio:

> Ao se introduzir o sistema de massa em educação, o aluno é tratado como um automóvel que deverá sair pronto no final da esteira de montagem, e esse é o *objetivo* do processo; ele vai sendo conduzido e, em cada "estação", [...], são montadas certas "partes", [...] que correspondem na educação a conteúdos programados; para isso o montador foi treinado para fazer aquilo no tempo determinado, isto é, seguindo métodos preestabelecidos." (D'AMBROSIO, 1997, p.67)

Um primeiro ponto de desacordo entre o pensamento dos dois professores encontrados nas citações acima é que enquanto Elon Lages Lima ressalta a necessidade de tratar a estrutura do curso e a metodologia a ser aplicada de formas separadas, Ubiratan D'Ambrosio critica tal ideia ao comparar o ensino com a construção de um carro, isto é, a educação sendo tratada de forma mecânica.

Figura 10: Elon Lages Lima

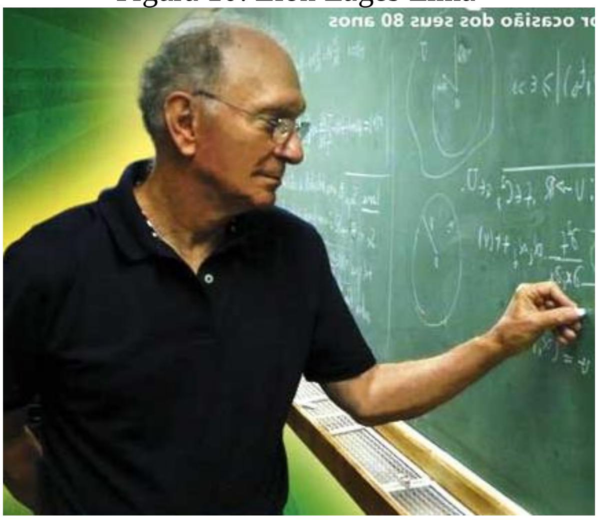


Figura 11: Ubiratan D'Ambrosio

Fonte da figura 10: http://www.impa.br/opencms/pt/eventos/store_old/evento_0909 último acesso em 09/08/2015
Fonte da figura 11: http://educarparacrescer.abril.com.br/aprendizagem/paz-se-aprende-escola-423882.shtml último acesso em 09/08/2015

O outro ponto de cizânia entre as ideias deles é que Lima acredita que a capacidade de aplicar certo ensinamento é importante, mas não imediata, ao passo que D'Ambrosio condena a ideia de um produto final, isto é, segundo D'Ambrosio o aluno deve se desenvolver paulatinamente, então aquilo que ele está estudando não pode ter serventia apenas num certo futuro (próximo ou distante), deve ter valia naquele momento, por isso ele precisa saber aplicá-lo naquele momento.

Porém educadores matemáticos e matemáticos puros podem, e devem, chegar a um acordo, nem sempre com uma das partes convencendo a outra de suas ideias, mas encontrando elos entre suas opiniões, pois além da educação ser democrática é fundamental ter a consciência que o objeto principal de estudo deve ser o progresso do estudante e não a pura satisfação do educador.

Como exemplo para comprovar a grande possibilidade de união entre as duas correntes usamos a parte onde Lima diz: “A conceituação compreende [...] o estabelecimento de conexões entre conceitos diversos”, pois nesse ponto ele está defendendo, como muitos educadores matemáticos defendem, que o aprendizado do aluno não é um conteúdo final pronto e sim que ele constrói sua educação através de uma teia conceitos e ideias que vai sendo tecida aos poucos.

O que não é admissível é tomar as palavras de um estudioso, quer seja um matemático puro, quer seja um educador matemático, quer seja outro tipo de pesquisador e, através de análises precipitadas, distorcer para um outro tipo de público.

Uma análise brusca e isolada da citação “poupando-o da perda de tempo e energia com detalhes secundários” pode levar a crer que Lima é contra a ideia de que com o “erro” o aluno também aprende, conclusão essa que pode ser verídica ou não, contudo pode vir abaixo, pois ao explicar o que seria a conceituação o autor defende “a interpretação e a reformulação de ideias e fatos sob diferentes formas e termos”, dando margem para a defesa do aprendizado através do “erro”.

Para dar outro exemplo da existência de uma comunhão de pensamento, temos outra citação de Lima:

> Lamentável, no ensino que se pratica na maioria das escolas, não há sequer uma referência passageira à ideia de demonstração. Os fatos geométricos são apresentados como dogmas, sem maiores preocupação em justificá-los. Quanto às manipulações algébricas, elas são apresentadas de modo formal com poucas aplicações à realidade e com abundantes exercícios de simplificação, equações mais ou menos complicadas, polinômios cuja origem nunca se justifica, sem dar ideia de por que se estuda aquilo. (LIMA, 2007, p. 166)

Os educadores matemáticos de um modo geral são contra um método de ensino onde se usa puramente técnicas da matemática demonstrativa aos modos de Euclides, que Lima confessa sentir falta no ensino fundamental e até no ensino médio, porém entram em acordo quando ele se preocupa com a formação de dogmas, sem justificações, com as manipulações excessivas sem aplicabilidade prática e com temas trabalhos sem atenção às suas origens.

Lima (2007) defende que não podemos ficar preso ao modismo que surge no ensino de matemática, geralmente de década em década, precisamos tomar cada um desses ideários e analisar que parte se aplica de forma qualitativa para as turmas em questão, pois para um estudo proveitoso, seja em que ciência for, não há mágica que substitua o trabalho persistente, o esforço, a dedicação e a vontade de progredir.

Correndo o risco de me tornar repetitivo, cito novamente a preocupação de Lima com “a estrutura do curso e a didática das aulas”, pois assim ele destaca a importância que dá tanto ao conteúdo quanto ao método.

Ampliando um pouco, se têm que as condições necessárias e suficientes para a melhoria do ensino da Matemática podem ser traçadas no elo indissociável entre conteúdo matemático, metodologia de ensino e relacionamento professor-aluno, todos com igual influência. E no próximo capítulo, será discutido como a interdisciplinaridade insere-se nessa tríade.

CAPÍTULO 3
INTERDISCIPLINARIDADE:
NÃO UM PRODUTO, E SIM UM FATOR

3.1. NÃO DEFINA. NÃO POSTULE. PRATIQUE !

A quem julgue que a ideia interdisciplinar surgiu na mesma época, ou pouco antes, dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs, contudo tal julgamento é errôneo. Para exemplificar a situação, no texto dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática para o Ensino Fundamental II a palavra interdisciplinar só é usada duas vezes: “A compreensão das questões ambientais pode ser favorecida pela organização de um trabalho interdisciplinar em que a Matemática esteja inserida.” (BRASIL, 1998, p.31) e “Os conteúdos do bloco Tratamento da Informação podem ser explorados em projetos mais amplos, de natureza interdisciplinar, que integrem conteúdos de outras áreas do currículo” (BRASIL, 1998, p.138) e a palavra interdisciplinaridade apenas na bibliografia ao citar o livro Interdisciplinaridade e patologia do saber de Hilton Japiassu.

Ao produzir uma filosofia da História, Georges Gusdorf contempla o desenrolar das inquietações interdisciplinares, iniciando com os sofistas e romanos, passando pelos enciclopedistas franceses do século XVIII, onde as preocupações interdisciplinares se exacerbaram ao buscarem passar do múltiplo ao uno, continuando, mostra o impacto sofrido com a expansão científica do século XIX, devido o advento da especialização e chegando aos dias atuais.

Em 1976, no livro citado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, Japiassu afirmou:

> Em nossos dias, o conceito de “interdisciplinaridade” está meio na moda. Na Europa e nos Estados Unidos, sobretudo nas instituições universitárias e de pesquisa, numerosos são os pesquisadores e planejadores a fazerem apelo crescente à metodologia interdisciplinar. Talvez possamos ver nessa reivindicação certo esnobismo. Se, porém, analisarmos melhor esse fenômeno, descobriremos que essa exigência, longe de constituir progresso real, talvez seja mais o sintoma da situação patológica em que se encontra hoje o saber. A especialização exagerada e sem limites das disciplinas científicas, a partir sobretudo do século XIX, culmina cada vez mais numa fragmentação do horizonte epistemológico.
> (JAPIASSU, 1976, p. 40)

Comprovando também a existência, inclusive aqui no Brasil através de Hilton Japiassu, a preocupação com uma conduta interdisciplinar, ainda que no âmbito da pesquisa. Japiassu, que ao lado de Ivani Fazenda tornou-se expoente brasileiro no assunto, mostra que tal inquietação não era uma mudança unicamente pela mudança, mas que surgiu como necessidade frente à compartimentação epistemológica das ciências.

Assim, desde a década de 1970, muitas foram as tentativas de delimitar epistemologicamente interdisciplinaridade, que mostra ser um termo polissêmico de interpretação, estudo e atuação, ou seja, o termo interdisciplinaridade não possui uma acepção fechada, e o ideal seria não encontrar uma, pois é um conceito que varia não só no nome, como no conteúdo que ele representa. Em sua essência interdisciplinaridade não é algo passível de uma definição única, pois como Fazenda diz “interdisciplinaridade não se ensina, nem se aprende, apenas vive-se, exerce-se” (FAZENDA, 2011, p. 12).

Contudo, ao afirmar que interdisciplinaridade não possui uma definição, deve-se entender que não é devido não possuir uma única explicação certa, mas sim, ser entendida como um apanhado de ideias.

Em 1699, De Fontenelle, então secretário da Academia de Ciências de Paris, já vislumbrava a necessidade da evolução da ideia de disciplina: “Até agora a Academia considera a natureza só por parcelas... Talvez chegará o momento em que todos esses membros dispersos (as disciplinas) se unirão em um corpo regular; e se são como se deseja, juntar-se-ão por si mesmas de certa forma” (FONTENELLE apud D’AMBRÓSIO, 2005, p.103).

Não é possível explicá-la em um único parágrafo porque, para descrever interdisciplinaridade, é necessário fazer alguns consertos em noções errôneas ou deturpadas, sobre a sua fundamentação, seus princípios e metodologias, que perduram entre muitos professores e outros profissionais da educação.

Interdisciplinaridade não é apenas a justaposição de disciplinas, muito menos tem como objetivo delimitar um único tema, utilizando apenas um ou dois conteúdos dessa ou daquela disciplina. Tais fatos podem pertencer às outras “disciplinaridades”, mas não à interdisciplinaridade.

No período de 7 a 12 de setembro de 1970, em Nice - França, o CERI (Centre pour la Recerche er l’Innovation dans l’Enseignement, que em português seria Centro para Pesquisa e Inovação do Ensino) organizou um seminário chamado “Seminaire sur la Pluridisciplinarité et I’Interdisciplinarité dans les Universités” , isto é, um seminário sobre a interdisciplinaridade nas universidades.

Do relatório deste seminário, Japiassu apresenta um quadro com a correspondência entre a concepção de interdisciplinaridade de quatro autores de países diferentes presentes no seminário: G. Michaud (França), H. Keckhausen (Alemanha), J. Piaget (Suíça) e E. Jantsch (Áustria).

Quadro 2: Comparativo entre as nomenclaturas da interdisciplinaridade usadas por 4 pesquisadores de países membros do OCDE (Organization de Cooperation e de Développement Economique)

G. MICHAUD p. 293 ss.	H. HECKAUSEN p. 83 ss.	J. PIAGET p. 125 ss.	E. JANTSCH p. 98 ss.
Disciplinaridade	Disciplinaridade	Disciplinaridade	Multidisciplinaridade
Multidisciplinaridade	Interd. Heterogênea Pseudo- Interdisciplinaridade	Multidisciplinaridade	Pluridisciplinaridade
Interdisciplinaridade Interdiscip. Linear; Interdiscip. Cruzada, Interdiscip. Auxiliar, Interdiscip Estrutural	Interdiscip. Auxiliar Interdisciplinaridade Compósita Interdisciplinaridade Unificadora	Interdisciplinaridade	Interdisciplinaridade Cruzada Interdisciplinaridade
Transdisciplinaridade	---	Transdisciplinaridade	Transdisciplinaridade

Fonte: JAPIASSU, 1976, p. 78

O quadro mostra que existem variadas terminologias para as mesmas noções, então o uso de tais notações requer cuidado. Por exemplo, G. Michaud e J. Piaget comungam quase todas as nomenclaturas, exceto pelo fato de J.Piaget não usar o termo interdisciplinaridade cruzada. E outro exemplo, é que a ideia de multidisciplinaridade usada por G. Michaud é denominada pluridisciplinaridade por E. Jantsch, já o que este último chama de multidisciplinaridade o que o primeiro denomina disciplinaridade.

Para formular suas nomenclaturas, cada pesquisador utilizou certa(s) particularidade(s). Por exemplo, o alemão Heinz Heckhausen usou uma análise de diferentes disciplinas empíricas, partindo do conceito de Disciplina como Ciência e de Disciplinaridade como Exploração científica especializada de um domínio determinado e homogêneo de estudos, exploração que consiste em fazer surgir novos conhecimentos que se substituem a outros mais antigos, enunciou sete critérios para assinalar-se os princípios de uma disciplina: domínio material, domínio de estudos, nível de integração teórico, métodos, instrumentos de análise, aplicações práticas e contingências históricas.

Já Piaget destaca-se pela coragem em ir contra a filosofia positivista de sua época e rebelar-se contra esse espírito que dominava a ciência e as universidades. Para isso faz uso de explicações de ordem teórica, deixando o empirismo de lado e tomando o estudo das interações estruturais como o centro da atividade científica. Ainda que possamos questionar seu ideário no que concerne à incessante obstinação em sustentar que interdisciplinaridade vem unicamente da necessidade de evolução das ciências, é preciso notar que, de acordo com Japiassu:

> a principal contribuição de Piaget está justamente em considerar a interdisciplinaridade como princípio de organização ou de estruturação dos conhecimentos, capaz de modificar os postulados, os conceitos, as fronteiras, os pontos de junção e os métodos das disciplinas científicas. (JAPIASSU, 1976, p. 70)

Poderíamos continuar o debate sobre os vocábulos, citando por exemplo o francês Marcel Boisot, que por meio de uma apreciação formal, buscando uma definição operatória, seguiu Piaget ao defender Disciplina como Estrutura, "aquilo que designa um sistema no qual se reconhece uma organização e no qual a soma de suas partes não coincide com sua totalidade", ou outros estudiosos que também seguem parte desse ideário como o francês André Lichnerowicz, que estabelecia relações entre o modelo matemático e a transdisciplinaridade e o belga Leo Apostel que procurava construir uma interdisciplinaridade baseando-se na comparação de alguns modelos utilizados pelas diferentes ciências.

Contudo, aqui serão utilizados os vocábulos multi, pluri, inter e transdisciplinaridade de acordo com a visão do austríaco Erich Jantsch, devido ser a encontrada mais comumente nos textos de outros autores e deixado como sugestão, aos interessados pelas demais, ler a obra de Japiassu[2] ou Fazenda[3].

Com ideias sócio-antropológicas, Jantsch fundamenta a interdisciplinaridade de acordo com o tripé que norteia as universidades: ensino, pesquisa e extensão, com o objetivo de demonstrar apoio ao progresso da sociedade.

Ele vê necessária uma atitude de cooperação e coordenação entre as disciplinas para que a interdisciplinaridade seja efetivada. E mais ainda, encara a interdisciplinaridade como a organização da ciência, onde as interações dinâmicas exercem uma influência marcante no desenvolvimento da sociedade.

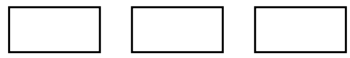
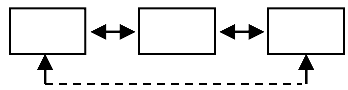
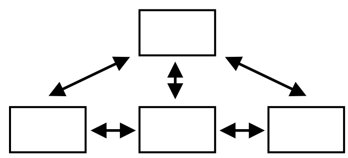
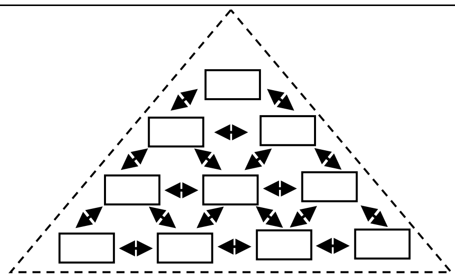
---

2. JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber.** Rio de Janeiro: Imago, 1976.

3. FAZENDA, Ivani C.A. **Integração e Interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro: Efetividade ou Ideologia**. 6ª ed. São Paulo: Loyola, 2011.

De acordo com tais preceitos, Japiassu organizou um quadro com as noções de Jantsch, que ratificam e completam as de Guy Michaud, para a terminologia:

Quadro 3: Graus sucessivos de cooperação e coordenação crescente das disciplinas segundo Erich Jantsch

Descrição geral	Tipo de sistema	Configuração
MULTIDISCIPLINARIDADE: Gama de disciplinas que propomos simultaneamente, mas sem fazer aparecer as relações que podem existir entre elas.	Sistema de um só nível e de objetivos múltiplos, mas sem nenhuma cooperação.	
PLURIDISCIPLINARIDADE: Justaposição de diversas disciplinas, situadas geralmente no mesmo nível hierárquico e agrupadas de modo a fazer aparecer as relações existentes entre elas.	Sistema de um só nível e de objetivos múltiplos, onde existe cooperação, mas sem coordenação.	
INTERDISCIPLINARIDADE: Axiomática comum a um grupo de disciplinas conexas e definida no nível hierárquico imediatamente superior, o que introduz a noção de finalidade.	Sistema de dois níveis e de objetivos múltiplos onde há coordenação procedendo do nível superior.	
TRANSDISCIPLINARIDADE: Coordenação de todas as disciplinas e interdisciplinas do sistema de ensino inovado, sobre a base de uma axiomática geral.	Sistema de níveis e objetivos múltiplos – há coordenação com vistas a uma finalidade comum dos sistemas.	

Fonte: JAPIASSU, 1976, p. 73 e 74.

É importante ressaltar que ainda hoje os conceitos de interdisciplinaridade e transdiciplinaridade possuem significados móveis, e que na época em que começaram a ser estabelecido ainda não se pensava numa interdisciplinaridade escolar. Veja o que diz Fazenda na apresentação da coletânea que organizou em 1998:

> Há tempos, empreendi uma ampla revisão histórico-crítica dos estudos clássicos sobre interdisciplinaridade. Concluí que, entre as principais preocupações dos anos 70, destacavam-se as de natureza filosófica; nos anos 80, a diretriz mais marcante foi a sociológica e, nos anos 90, caminha-se em busca de um projeto antropológico para a educação. (FAZENDA, 2008a, p. 7)

É preciso fazer uma distinção entre a interdisciplinaridade científica e a escolar, pois muitos tentam de maneira equivocada transpor o ideário e alguns atributos das pesquisas científicas diretamente para a educação escolar. Contudo, assim como disciplina científica não é a mesma coisa que disciplinar escolar, é notório que a interdisciplinaridade científica possui especificidades diferentes da escolar. Vejo o quadro organizado por Yves Lenoir.

Quadro 4: Maiores distinções entre interdisciplinaridade científica e interdisciplinaridade escolar

Interdisciplinaridade científica	Interdisciplinaridade escolar
FINALIDADES	
Tem por finalidade a produção de novos conhecimentos e a resposta às sociais: * pelo estabelecimento de ligações entre as ramificações da ciência; * pela hierarquização (organização das disciplinas científicas); * pela estrutura epistemológica; * pela compreensão de diferentes perspectivas disciplinares, restabelecendo as conexões sobre o plano comunicacional discursos disciplinares.	Tem por finalidade a difusão do conhecimento (favorecer a integração de aprendizagens e conhecimentos) e a formação de atores * colocando-se em prática as condições mais apropriadas para suscitar e sustentar desenvolvimento dos processos e a apropriação dos conhecimentos como produtos cognitivos com os alunos; isso requer uma organização dos escolares sobre os planos curriculares didáticos e pedagógicos * pelo estabelecimento de ligações entre teoria e prática; * pelo estabelecimento de ligações entre os distintos trabalhos de um segmento real de estudo.
OBJETOS	
Tem por objeto as disciplinas científicas.	Tem por objeto as disciplinas escolares.
MODALIDADES DE APLICAÇÃO	
* Implica a noção de pesquisa Tem o conhecimento como sistema de referência.	* Implica a noção de ensino, de formação Tem como sistema de referência o sujeito aprendiz e sua relação com o conhecimento.
SISTEMA REFERENCIAL	
* Retorno à disciplina na qualidade de ciência (saber sábio).	* Retorno à disciplina como matéria escolar (saber escolar), para um sistema referencial que não se restringe às ciências.
CONSEQUÊNCIA	
* Conduz: à produção de novas disciplinas segundo diversos processos; às realizações técnico-científicas.	* Conduz ao estabelecimento de ligações de complementaridade entre as matérias escolares.
Fonte: LENOIR, 2008, p.52	

A interdisciplinaridade científica, que trabalha no campo da epistemologia, toma como categorias para seu estudo o conhecimento em seus aspectos de produção, reconstrução e socialização; a ciência e seus paradigmas; e o método como mediação entre o sujeito e a realidade. Já a escolar, complementa a primeira através de um enfoque pedagógico, discutindo fundamentalmente questões de natureza curricular, de ensino e de aprendizagem escolar.

Ainda que interdisciplinaridade científica e escolar possuam suas diferenças é preciso lembrar outro fator: "se tratarmos a interdisciplinaridade na educação, não podemos permanecer apenas na prática empírica, mas é necessário que se proceda a uma análise detalhada dos porquês dessa prática histórica e culturalmente contextualizada." (FAZENDA, 2008b, p. 21). Daí a importância de estudar os conceitos de interdisciplinaridade e seus pormenores antes de se dedicar à interdisciplinaridade escolar.

Agora, de posse dos conceitos de interdisciplinaridade e diferenciando da epistemológica, podemos encaminhar esse trabalho para a interdisciplinar escolar.

O artigo 22 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação 9394/96 diz: "A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores." (LDB 9394/96)

Contudo, o que constatamos são as palavras de Machado: "Em sua forma paradigmática, a organização do trabalho escolar nos diversos níveis de ensino baseia-se na constituição de disciplinas que se estruturam de modo relativamente independente, com um mínimo de interação intencional e institucionalizada." (MACHADO, 1993, p. 24)

Esse emaranhado de disciplinas sem relação aparente é a multidisciplinaridade, um sistema amplamente propagado em nossas escolas o qual, ao invés de provocar um enriquecimento entre as disciplinas, faz é contribuir com o flagelo do ensino por meio dessa fragmentação, um sistema que necessita de minuciosa revisão em seu escopo.

Usando o referencial de Alvin Toffler (1970), autor dos livros "O choque do futuro" e "A terceira onda", pode-se dizer que a história da humanidade evolui em "ondas", situando-se a primeira grande onda na pré-história, com o surgimento da agricultura e do poder centrado na posse da terra. O advento da revolução industrial (Idade Moderna) marca a passagem para a segunda onda, com o poder centrado no capital. Foi nesse contexto que surge a escola pública, não a serviço do homem, mas da fábrica, com o objetivo de preparar mão-de-obra para a indústria, de treinar, de disciplinar, subjugar o homem, para torná-lo operário.

Enquanto instituição social, a escola é sempre orientada pelo tipo de homem que deseja formar. Portanto, para o século XVIII, este era o modelo de escola necessária. Mas hoje, quando já chegou a terceira onda, a era da informática, em que é a posse da informação que garante o poder, é preciso de um novo modelo de escola. Devemos seguir a ideia que alguns atribuem a Heráclito, filósofo grego pré-socrático, de que "no mundo tudo flui, tudo se transforma, pois a essência da vida é a mutabilidade, e não a permanência".

Assim, aquela escola, que era boa para o momento da revolução industrial, já não atende às necessidades do homem da atualidade, à medida que alguns afirmam que o acervo de conhecimentos dobra-se a cada quatro anos, enquanto outros ainda mais progressistas dizem que dobram a cada dois anos. Vem ocorrendo o que Alvin Tofler chama de "sobrecarga informativa", onde uma quantidade muito grande de informações precisa ser processada num curto período de tempo.

A escola, por ser um local legítimo de aprendizagem e propagação de conhecimento, precisa seguir as transformações constantes, adotando e simultaneamente apoiando as exigências interdisciplinares que estão na construção de novos conhecimentos.

Ela precisa acompanhar o ritmo das mudanças que se operam em todos os segmentos da sociedade, pois o mundo está cada vez mais interconectado, interdisciplinarizado e complexo.

Algumas escolas trabalham com coordenação de área, numa tentativa de superar as deficiências de um hábito multidisciplinar, mas na prática o que se encontra é a simples "coordenação de matérias", pois na grande maioria dos casos em que se tenta um trabalho através do agrupamento por área de conhecimento, o que ocorre são reuniões com professores que tratam um mesmo assunto em séries diferentes para saber o que foi ou não "cobrado", bem como o que deve ser visto, uma medida que não vence as barreiras da multidisciplinaridade.

Em outros casos, ainda chegam a níveis pluridisciplinares, quando são aproximadas disciplinas mais ou menos vizinhas em seus domínios, formando grupos ou áreas de estudo com conteúdos contíguos, com menor fragmentação.

Com o propósito de se chegar a um trabalho interdisciplinar, fazer uso da pluridisciplinaridade já é um bom começo, mas é apenas o início, pois, como Heckhausen apud Fazenda (2011) a denota, é uma Pseudo-interdisciplinaridade. O trabalho pluridisciplinar não pode ser visto como ideal, devido aliar apenas disciplinas "semelhantes", porém é necessário ressaltar repetitivamente que, se for visto como uma abertura, deve ser tratado de bom grado.

Sobre a pluridisciplinaridade, comentar-se-á mais ao serem tratados os obstáculos da interdisciplinaridade e ao procurarmos enxergar a influência, ou importância, da Matemática na interdisciplinaridade, momento no qual alguns colegas matemáticos, numa primeira leitura, concordaram com algumas palavras dos teóricos da interdisciplinaridade, mas ficaram totalmente contrários a outras, do mesmo modo que fiquei, mostrando que este trabalho não é apenas um "concordar e repetir".

Porém agora é indispensável estarmos atentos para a ideia de pluridisciplinar como evolução do multidisciplinar ao interdisciplinar, sendo também de salutar relevância comentar que as abordagens teóricas de variados autores sobre ideias e as práticas interdisciplinares, quer sejam nas ciências, quer sejam na educação, ou ainda na formação de professores, ou na sociedade, não condenam o trabalho disciplinar em sua totalidade.

Japiassu lembra:

> É bem verdade que cada disciplina, através de seu enfoque específico, não somente tem a pretensão de fornecer o real, mas o fornece de fato. No entando, trata-se de um real sempre "reduzido" ao ângulo de visão particular dos especialistas em questão. (JAPIASSU, 1976, p. 66, grifo nosso)

Bem como,

> Podemos dizer que nos reconhecemos diante de um empreendimento interdisciplinar todas as vezes em que ele conseguir incorporar os resultados de várias especialidades, que tomar de empréstimo a outras disciplinas certos instrumentos e técnicas metodológicos, fazendo uso dos esquemas conceituais e das análises que se encontram nos diversos ramos do saber, a fim de fazê-los integrarem e convergirem, depois de terem sido comparados e julgados. Donde podermos dizer que o papel específico da atividade interdisciplinar consiste, primordialmente, em lançar uma ponte para ligar as fronteiras que haviam sido estabelecidas anteriormente entre as disciplinas com o objetivo preciso de assegurar a cada uma seu caráter propriamente positivo, segundo modos particulares e com resultados específicos. (JAPIASSU, 1976, p.75)

E ainda, segundo Fazenda, " a circundisciplinaridade não exclui a necessidade de uma formação disciplinar, indispensável no processo de teorização das práticas" (FAZENDA, 2008b, p. 23).

Desta forma, os teóricos da interdisciplinaridade também defendem o processo de investigação, produção e socialização do conhecimento disciplinar. O que se faz necessário é uma intensa revisão do pensamento dos mais diferentes profissionais, que precisa evoluir através da ampliação de diálogos, trocas e integrações conceitual e metodológica nos diferentes campos do saber. Lembrado ser fato que essa revisão não pode ser algo abrupto. É preciso certo cuidado, no progresso da pluri à interdisciplinaridade.

> A pesquisa e a didática interdisciplinar tratam do movimento (do dinâmico), porém, aprendem a reconhecer o modelo (o estático). Tratam do imprevisível (dinâmico), entretanto, no possível (estático), tratam do caos (dinâmico), mas respeitam a ordem (estático). (FAZENDA, 2011, P. 26)

Sob a perspectiva interdisciplinar, caracteriza-se uma forte relação de reciprocidade nas trocas, objetivando um enriquecimento mútuo ou, ainda, um processo de co-propriedade que permite o diálogo entre os envolvidos, não apenas entre os professores, mas também entre os alunos, entre alunos e professores e entre quaisquer profissionais que venham participar do processo.

A interdisciplinaridade baseia-se primordialmente na atitude. O prefixo inter nos permite interpretar a interdisciplinaridade enquanto “movimento” ou “processo” instalado “entre”, “dentro” das disciplinas. A interdisciplinaridade tende a transformar-se em símbolo aglutinador na busca de uma visão sintética, de uma reconstrução da unidade perdida, da interação, da integração e da complementaridade nas ações envolvendo diferentes disciplinas.

A interdisciplinaridade propõe uma mudança de atitude frente ao problema do conhecimento, uma substituição da concepção fragmentária para a unitária do ser humano, pressupõe basicamente uma intersubjetividade, não almeja a construção de uma superciência, um supra-sumo, que pode ser visto como o intento da transdisciplinaridade

> a transdisciplinaridade é um enfoque holístico ao conhecimento, baseado no reconhecimento da impossibilidade de se chegar ao conhecimento total e final e, portanto, permanentemente buscando novas explicações e novo conhecimento e, conseqüentemente, modificando comportamentos. Ela substitui a arrogância mencionada acima, pela humildade da busca incessante, cujas conseqüências são respeito, solidariedade e cooperação. (D’AMBRÓSIO, 2005, p. 103)

Baseando-se numa gradação que se estabelece ao nível de coordenação e cooperação entre as disciplinas, para dar continuidade aos conceitos de multi, pluri e interdisciplinaridade seria a etapa mais alta das relações, tendo um caráter visionário, onde não se contentaria em atingir interações ou reciprocidade entre pesquisas especializadas, mas esse último nível seria algo utópico.

3.2. VANTAGENS E PRÉ-REQUISITOS DA INTERDISCIPLINARIDADE

Interdisciplinaridade é antes de tudo uma questão de atitude, expressão citada a todo momento por Japiassu e Fazenda, como por exemplo, “definirmos interdisciplinaridade como atitude de ousadia e busca frente ao conhecimento” (FAZENDA, 2008b, p. 17).

É uma atitude de abertura, não preconceituosa em que todo o conhecimento tem igual valor. Uma abertura que se enraíza por meio do desenvolvimento da sensibilidade, sensibilidade que propicie um alargamento no ato da criação e da imaginação, pois para ensinar é preciso está disposto para o diálogo. Tendo essas características iniciais, a interdisciplinaridade não é uma verdade pronta, é questionável. Ela se estabelece através de uma metodologia calcada na incerteza, em que professores e alunos utilizam a proteção da dúvida, ao invés de seguir certas verdades científicas como sendo um colo materno.

As características já apresentadas mostram que a interdisciplinaridade move-se por uma ação crítica, e nenhuma ação crítica floresce nos alunos, quando os professores transmitem um conhecimento que seria sinônimo da verdade absoluta, pois o conhecimento vem da dúvida e fortifica-se da incerteza. Os PCNs para o Ensino Médio já orientam:

> O conceito de interdisciplinaridade fica mais claro quando se considera o fato trivial de que todo conhecimento mantém um diálogo permanente com outros conhecimentos, que pode ser de questionamento, de confirmação, de complementação, de negação, de iluminação de aspectos não distinguidos. (BRASIL, 2000, p. 75)

A metodologia da incerteza e o reconhecimento da necessidade de diálogo dos conhecimentos fazem o debate sobre interdisciplinaridade alternar-se constantemente entre o olhar sobre a relação professor/aluno, pois como diz Fazenda: “Com isso retomamos novamente a necessidade de condições humanas diferenciadas no processo de interação que faça com que saberes de professores numa harmonia desejada integrem-se aos saberes dos alunos.” (FAZENDA, 2008b, p. 22), e a convivência entre os “profissionais” envolvidos, quer sejam professores ou não, visto que os alunos não podem estar a todo o momento à sombra para poder desenvolver o senso crítico, ao passo que os professores, com o intento de proporcionar uma interação dinâmica, precisam exercer coletivamente o diálogo aberto, através do qual cada um valoriza-se ao reconhecer o que lhe falta e o que deve receber.

Assim, podemos destacar os pré-requisitos básicos para o exercício da interdisciplinaridade, pois de acordo com Fazenda: “Cinco princípios subsidiam uma prática docente interdisciplinar: humildade, coerência, espera, respeito e desapego.” (FAZENDA, 2011, p. 21). Deve-se ser humilde e demonstrar desapego, pois só assim você dará oportunidade para que outros partilhem seus conhecimentos, contudo é preciso coerência e espera, pois a troca de saberes deve ser criativa, mas cautelosa, requerendo sensibilidade para identificar a limitação de cada, bem como é preciso respeitar a especialidade de cada envolvido no processo, fazendo críticas, caso necessário, mas sempre aberto ao diálogo.

O segundo artigo da LDB 9394/96 diz:

> A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. (BRASIL, 1996)

Assim, a constatação desses pré-requisitos da interdisciplinaridade já pode ser visto como uma vantagem, pois para o educando ter um pleno desenvolvimento o melhor caminho é através de posturas sensíveis que valorizem o diálogo, a dúvida, a crítica e a criatividade.

Para o estudo sobre as vantagens da interdisciplinaridade, novamente usemos os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio para identificar dois dos benefícios do uso da interdisciplinaridade, através da seguinte citação:

> A interdisciplinaridade também está envolvida quando os sujeitos que conhecem, ensinam e aprendem sentem necessidade de procedimentos que, numa única visão disciplinar, podem parecer heterodoxos, mas <u>fazem sentido quando chamados a dar conta de temas complexos</u>.
> Se alguns procedimentos artísticos podem parecer profecias na perspectiva científica, também é verdade que a foto do cogumelo resultante da explosão nuclear também explica, de um modo diferente da Física, o significado da bomba atômica.
> Nesta multiplicidade de interações e negações recíprocas, a relação entre as disciplinas tradicionais pode ir da simples comunicação de idéias até a integração mútua de conceitos diretores, da epistemologia, da terminologia, da metodologia e dos procedimentos de coleta e análise de dados. Ou pode efetuar-se, mais singelamente, pela constatação de como são diversas as várias formas de conhecer. Pois até mesmo essa 'interdisciplinaridade singela' é importante para que <u>os alunos aprendam a olhar o mesmo objeto sob perspectivas diferentes</u>. (BRASIL, 2000, p. 75) (grifos nosso).

Assim, o primeiro dos benefícios destacados na citação é a possibilidade de estudar mais detalhadamente temas mais elaborados, visto estarem envolvidos profissionais de áreas distintas. Como exemplo para esse detalhamento, tomemos um suposto projeto interdisciplinar onde o estudo das cônicas esteja envolvido. De início um professor de Matemática terá mais liberdade para seus alunos aprofundarem a noção primeira das cônicas bem como suas características, pois ao seu lado estará um professor de Língua Portuguesa, para fazerem um paralelo da elipse matemática com a elipse figura de linguagem, ou um professor de Física e outro de História, para constatarem as causas e as consequências que a visão elíptica do sistema solar proporcionou ao mundo, por exemplo.

Porém tal possibilidade está condicionada ao envolvimento empregado, onde os envolvidos deverão usar mão da modéstia e estarem cientes da já citada capacidade de reconhecer suas limitações e a importância e especialidade dos colegas, pois como Fazenda diz: "Exercitar uma forma interdisciplinar de teorizar e praticar educação demanda, antes de qualquer coisa, o exercício de uma atitude ambígua." (FAZENDA, 2008a, p. 13).

E o outro ponto que merece destaque na referida citação é quando declara: "os alunos aprendam a olhar o mesmo objeto sob perspectivas diferentes" (BRASIL, 2000, p. 75), ou seja, a visão crítica proporcionada pelo trabalho interdisciplinar proporciona aos alunos, e muitas vezes aos professores, uma visão com outros olhos a assuntos acostumados a uma única abordagem, isto é, a interdisciplinaridade, entre outras conveniências, possui a de propiciar uma expansão de horizonte provocando uma melhoria no senso de interpretação.

E aliado a tal ampliação dos horizontes vem o favorecimento no desenvolvimento do aluno cidadão, pois tendo uma atividade crítica durante o trabalho interdisciplinar, tal presteza se refletirá mais à frente, assegurando-lhe uma possível melhor orientação para estruturar o seu papel na sociedade, mediante as incontáveis informações que recebem a todo instante.

> No limiar do século XXI e no contexto da internacionalização caracterizada por intensa troca entre os homens, a Interdisciplinaridade assume papel de grande importância. Além do desenvolvimento de novos saberes, a Interdisciplinaridade na educação favorece novas formas de aproximação da realidade social e novas leituras das dimensões socioculturais das comunidades humanas. (FAZENDA, 2011, p. 22)

Prosseguindo com o desenvolvimento do aluno, temos a sua evolução profissional, devido serem raros os atuais profissionais envolvidos em um único campo de trabalho, pois é difícil o enquadramento de fenômenos que ocorram fora da escola no âmbito de uma única disciplina ou área. A busca por uma profissão de sucesso vem sendo substituída pela busca de um profissional de sucesso, pois o mundo globalizado exige uma vida profissional com destaque em uma área, mas com desenvoltura noutras, semelhantes ou não.

Em outra esfera, a interdisciplinaridade mostra trazer benefícios até aos muros das universidades e demais órgãos de pesquisa, pois favorece a tentativa de superar o distanciamento existente entre o ensino e a pesquisa, pois nela a pesquisa mostra-se como maneira de atingir a aprendizagem. Assim, temos o incentivo à formação de pesquisadores e de novas pesquisas, instigando o aluno a analisar situações, saber colocar os problemas de uma forma geral e a conhecer os limites de seu próprio sistema conceitual, fazendo-o perceber que a formação de pesquisadores não pode aniquilar o caráter necessariamente disciplinar do conhecimento científico, mas deve primar em prepará-los para dialogar de maneira aberta com os pesquisadores de outras disciplinas. Portanto, é importante falar que as vantagens críticas e de formação do trabalho interdisciplinar se desenvolvem tanto nos alunos, quanto nos professores, propiciando condições para uma educação contínua através da prática.

É necessário formar homens e mulheres. É necessário formar cidadãos, de tal forma que, uma vez adultos, sejam capazes de prosseguir seu “aprendizado” após sair da proteção dos muros da escola. Um encadeamento da formação geral e profissional ao longo da vida se torna preciso a partir da consideração de três características essenciais ao desenvolvimento humano: reciclagem constante no domínio da atividade profissional, engajamento na vida social e política e aperfeiçoamento da personalidade, os quais interferem na forma de compreender o mundo, onde o homem deve conhecer suas múltiplas e variadas formas, para poder compreendê-lo e modificá-lo.

E voltando às vantagens mais imediatas, constata-se através de uma atitude interdisciplinar que a manutenção do interesse e da curiosidade constante são perceptíveis na maioria dos casos do emprego de tal prática, já que é mais motivador tratar de problemas que se estejam vivenciando, porém é peculiar perceber que a interdisciplinaridade não é um remédio para todos os males e que vai assegurar um ensino adequado, ou um saber unificado, mas um ponto de vista que possibilita uma reflexão aprofundada, crítica e salutar sobre o funcionamento do ensino.

3.3. OBSTÁCULOS SIM, EMPECILHOS NÃO

Costuma-se falar em interdisciplinaridade como um trabalho envolvendo várias disciplinas em torno de um projeto. Tal ideia está correta, mas interdisciplinaridade é algo muito mais complexo: existe interdisciplinaridade quando se trata em mudança de atitude, em diálogo, em parceira, que se constitui exatamente na diferença, na especificidade da ação de equipes que participam em posições diferentes num mesmo grupo, mas querem alcançar objetivos comuns. As dificuldades surgidas num trabalho interdisciplinar não são empecilhos intransponíveis e sim obstáculos, sendo poucos de difícil solução e podendo ao menos serem atenuados. Ao se desenvolver um estudo sobre interdisciplinaridade, é necessário abordar os entraves que ela enfrenta e tal abordagem será feita dividindo os percalços sob três pontos de vista distintos, mas relacionados.

3.3.1. OBSTÁCULOS QUANTO AOS VALORES

Os obstáculos à visão interdisciplinar quanto aos valores já foram notados na década de 1970, quando começou a falar na mudança de paradigma e os defensores desta abertura tiveram sua vida acadêmica comprometida, como diz Fazenda, “Certos acadêmicos foram colocados à margem da Academia, entre eles Georges Gusdorf que, como Piaget, foi precursor nos estudos da Interdisciplinaridade”. (FAZENDA, 2011, p. 19). Georges Gusdorf, por exemplo, produziu mais de trinta extensos livros sobre a história das Ciências e os embates para a superação de suas fronteias, mas enquanto isso, precisou viver no anonimato.

Falando novamente da época em que surgiu a escola pública, paralelamente à Revolução Industrial, o século XVIII é marcado também pelo surgimento do Positivismo, corrente filosófica iniciada com Augusto Comte, em oposição à Filosofia Clássica, considerada por ele como pré-histórica e "negativa". Para os positivistas, só é positivo o que é certo, real, verdadeiro, inquestionável, que não admite dúvidas, que se fundamenta na experiência, sendo, portanto, prático, útil, direto e claro.

Foi na escola que o impacto do Positivismo se fez sentir com maior força, gerando o pragmatismo e o empirismo nas práticas e instituições escolares e atendendo aos interesses da classe social dominante. Na gênese deste modelo de escola, destacam-se ainda as influências marcantes da Igreja – com seus dogmas e sacramentos – e da ideologia política dominante. E qual o intuito de tais instituições com tais métodos? Fragmentando-se o conhecimento acumulado, através de um currículo multidisciplinar, fragmenta-se o próprio homem (o aluno e o professor), que fragilizado é facilmente dominado.

Questões histórico-filosóficas e sócio-político-ideológicas vêm exigindo, há muito tempo, uma revisão na instituição escolar. A rapidez das mudanças em todos os setores da sociedade atual (científico, cultural, tecnológico ou político-econômico), o acúmulo de conhecimentos, as novas exigências do mercado de trabalho, sobretudo no campo da pesquisa, da gerência e da produção, têm provocado uma revisão didático-pedagógica do processo de educação escolar, a qual precisa ser colocada em prática. Alguns profissionais veem a necessidade de mudança e como devem ocorrer, mas são tolhidos perante a ação dos outros.

Este primeiro empecilho, descrédito e falta de ação de alguns profissionais, é um dos que requerem mais cuidados, pois envolve todas as instâncias da escola, desde a educacional até a financeira. Exige então desenvoltura para contorná-la, mostrando uma forma positiva de usar o "jeitinho brasileiro", mostrando aos parceiros educacionais que os prejuízos da interdisciplinaridade são poucos quando comparados aos avanços.

Aqueles que não detectam a necessidade de mudança reforçam dois entraves diretos à parceria necessária. Um deles, de ordem metodológica, o comodismo, a ser tratado no próximo sub-capítulo e outro a ser discutido agora, o receio de ser desvalorizado. Alguns professores temem que, ao perderem o posto de transmissor único do conhecimento, percam também o prestígio já bastante desgastado. Contudo tal temor é totalmente desnecessário, porque a interdisciplinaridade propõe exatamente o contrário.

Um dos primeiros passos rumo à proposta interdisciplinar é a eliminação das barreiras entre as disciplinas, mas antes desta ser atingida é preciso a eliminação das barreiras entre as pessoas.

A interdisciplinaridade prima pelo envolvimento dos educadores na proposta, prestigiando seu trabalho e valorizando-o. O temor destacado vem do fato de muitos não entenderem o real significado da interdisciplinaridade. E interpretarem mal os teóricos da interdisciplinaridade. Quando Japiassu diz: “A exigência interdisciplinar impõe a cada especialista que transcenda sua própria especialidade, tomando consciência de seus próprios limites para acolher as contribuições da outras disciplinas” (JAPIASSU, 1976, p. 26), ele não quer dizer que o profissional irá se podar e sim que ele irá reconhecer os limites de seu saber para acolher contribuições das outras áreas, sem perder a consciência da sua importância, uma vez que precisa ter clareza sobre o próprio caráter parcial e relativo da sua disciplina, demonstrando competências nos domínios teórico e prático de sua disciplina, base para contribuir na articulação, em profundidade, entre os saberes das diversas disciplinas, provocando uma mudança não só no paradigma de escola, bem como na postura do professor.

> Em geral, existe um preconceito em aderir a interdisciplinaridade. Ela quase sempre é tida como uma aventura. ... Esse *preconceito* persiste ante a perspectiva de instaurar-se uma metodologia de trabalho interdisciplinar, com o medo de que em nome do restabelecimento de uma unidade global, perca-se a unidade particular. (FAZENDA, 2011, p. 91)

Diversas são as causas que podem provocar essa atitude, além do desconhecimento do real significado já citado, como a acomodação pessoal que se projeta nos obstáculos metodológicos.

3.3.2. OBSTÁCULOS QUANTO À METODOLOGIA

Um grande problema da transformação curricular é que a escola é hoje uma das instituições, mais resistentes à mudança. Talvez, em parte, isto se deva ao fato de serem os professores os únicos profissionais que “nunca saem da escola”.

Desenvolver um trabalho interdisciplinar é ir além da mera observação, mesmo que o cotidiano teime em nos colocar perplexos e inseguros diante do desconhecido ou estimulando a indiferença para evitar maiores compromissos. A metodologia interdisciplinar não pode ser ditada, é um processo para a construção do conhecimento pelo sujeito, com base em sua relação com o contexto, com a realidade, com a cultura. Precisa ser construída ao longo do percurso por todos os elementos da equipe interdisciplinar.

É importante lembrar, mais uma vez, que uma atitude interdisciplinar não despreza o trabalho disciplinar.

> Negar o velho, substituindo-o pelo novo é um princípio oposto a uma atitude interdisciplinar na Didática e na Pesquisa em Educação. A pesquisa interdisciplinar parte do velho, analisando-o em todas as suas potencialidades. Negar o velho é uma atitude autoritária que impossibilita a execução da Didática e da Pesquisa Interdisciplinar. (FAZENDA, 2011, p. 25)

Não pretende superar o ensino organizado por disciplinas, mas sim prima pela criação de condições de ensinar em função das relações dinâmicas entre as diferentes disciplinas, aliando-se aos problemas da sociedade. A interdisciplinaridade torna-se possível, então, na medida em que se respeite a verdade e a relatividade de cada disciplina, tendo-se em vista um conhecer melhor. Aliando os problemas metodológicos aos já discutidos, percebe-se que a eliminação das barreiras entre as disciplinas é impedida basicamente pelo comodismo, devido ser mais fácil trabalhar sob a forma parcelada, do que discutir as ideias alheias ou colocar em discussão as suas próprias.

É notável que também é preciso o currículo escolar sofrer algumas alterações. Não é fácil dizer aqui e agora que aquele assunto de Matemática é totalmente abstrato, que aquela forma gramatical daquele verbo nunca será usada, ou que aquele fato histórico de forma alguma será lembrado, pois até o termo "fato histórico" é, por vezes, contestado. Muitos autores pecam ao proporem certas mudanças no currículo, às vezes conseguindo espantoso destaque por provocar um burburinho entre professores e demais profissionais da educação, sem relatarem qual forma prática propicia tais alterações sem afetar o desempenho do ensino.

O certo é que mudanças são precisas, mas a educação é muito abrangente para solucionarmos seus problemas de uma forma geral com alguns métodos, alguns estudos e algumas intervenções, mesmo porque não se trata apenas de retirar um ou outro tópico, propõe a criação de um contexto para a estruturação de um currículo temático, em que os temas vão além dos limites tradicionais, conectam assuntos e habilidades encontrados na vida, ao mesmo tempo em que provêem aos alunos oportunidades para o uso de suas múltiplas capacidades.

Já foi dito que a interdisciplinaridade não é uma fórmula mágica, as transformações promovidas pela interdisciplinaridade envolvem tempo e estudo. O momentâneo é que cada região, cada escola estude sua melhor forma de modificar (melhorar) o currículo escolar. Uma boa forma para promover essa renovação curricular é através do acesso às universidades.

Podemos aludir exemplos ocorridos na Universidade Federal de Santa Maria que no final da década de 1990 já empregava em seus dois processos seletivos, Vestibular e Provas de Acompanhamento do PEIES – Programa Especial de Ingresso no Ensino Superior – questões de múltipla escolha interdisciplinares. A respeito Silva no artigo A interdisciplinaridade ao alcance da escola declara:

> Ambos os processos têm como objetivo selecionar e classificar candidato aos cursos de graduação a UFSM, por isso as provas são constituídas de questões objetivas, visando a classificar os candidatos mais bem preparados.
> Devido a essas exigências de objetividade das provas, a elaboração de questões do Vestibular e do PEIES devem obedecer a determinadas técnicas de elaboração para assegurar a confiabilidade desses instrumentos de avaliação, como validade, fidedignidade e índices de discriminação. Outra característica importante dessas provas é o fato de serem elaborada rigorosamente [...] visando a buscar uma coerência entre os conteúdos programáticos e o que se exige dos alunos nas provas.
> [...]
> Apesar dessas restrições de caráter epistemológico, institucional, psicológico, cultural, que envolvem os processos seletivos, as bancas de elaboração têm apresentado diversas questões interdisciplinares [...] Na elaboração desses itens, tem sido empregada uma disciplina como contexto de outra e/ou associação de duas ou mais disciplinas, numa aproximação item a item dos seus respectivos conteúdos programáticos. (SILVA, disponível em www.ufsm.br/linguagem_e_cidadania/01_01/DelcioLC5.htm)

Sem um estudo detalhado não é possível precisar até que ponto tais questões são interdisciplinares ou permanecem na idéia pluridisciplinar. Retomando o ponto em que a multidisciplinaridade pode ser vista como um passo para a interdisciplinaridade, destaca-se o que Silva relata ao final do artigo:

> ... a criatividade das bancas tem-se revelado altamente produtiva na elaboração de itens que desafiam o interesse e a curiosidade da maioria dos candidatos que se submetem às nossas provas.
> Em síntese: a interdisciplinaridade, enquanto prática de interação entre os componentes do currículo, é difícil de ser alcançada, devido aos múltiplos empecilhos que se interpõem no processo educacional, mas permanece como um ponto de excelência a ser perseguido. (SILVA, disponível em www.ufsm.br/linguagem_e_cidadania/01_01/DelcioLC5.htm)

Outro fato de grande importância nesse sentido é o ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio que desde 1998 quando foi criado já proporcionava um modelo de provas com questões que valorizavam a interdisciplinaridade e promoveu um salutar debate em várias universidades e outras instituições de ensino. Sobre o ENEM, o site do INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira que organiza o exame diz:

> A partir de 2009 passou a ser utilizado também como mecanismo de seleção para o ingresso no ensino superior. Foram implementadas mudanças no Exame que contribuem para a democratização das oportunidades de acesso às vagas oferecidas por Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), para a mobilidade acadêmica e para induzir a reestruturação dos currículos do ensino médio. (http://portal.inep.gov.br/web/enem/sobre-o-enem)

O ENEM em sua essência já valorizava a interdisciplinaridade por exigir do candidato conhecimentos de diferentes disciplinas para responder um único item, e ao ser modificado em 2009 já pensou na reestruturação dos currículos escolares.

Ainda que por vezes, alguns itens do ENEM efetuem apenas uma simples junção de conteúdos de diferentes disciplinas, em sua maioria eles valorizam o ideário interdisciplinar, tendo a capacidade de analisar se o aluno consegue relacionar a Matemática com a Química, ou a Geografia com a Biologia, por exemplo, pois uma das competências do ENEM é inferir se o candidato selecionou, relacionou, organizou e interpretou informações, fatos, opiniões e argumentos em defesa de certo ponto de vista, quer sejam em seus itens como na redação.

Desta forma o ENEM já exigiu muita adaptação tanto da metodologia dos professores como dos currículos escolares, proporcionando uma maior liberdade à interdisciplinaridade, através da valorização dos seus princípios.

Quem sabe as mudanças agora devem vir das universidades? Deve-se ficar legível que, para este novo papel social da educação ser cumprido, é preciso rever o funcionamento da escola, não só quanto a conteúdos, metodologias e atividades, mas também quanto à maneira de tratar o aluno e aos comportamentos que se deve estimular, estando esse tratamento ligado à formação que o professor recebe (ou recebeu).

3.3.3. OBSTÁCULOS QUANTO À FORMAÇÃO

3.3.3.1. ASPECTOS MATERIAIS

Para que haja condições de o ensino preparar cidadãos suficientemente prontos para uma pesquisa interdisciplinar, através de metodologia adequada, superando a distância ensino-pesquisa, é preciso disponibilizar certos recursos materiais facilitadores como, por exemplo, livros que auxiliem tal abordagem, para que a pesquisa não pare na interdisciplinaridade científica.

As universidades e demais instituições de ensino e pesquisa sofrem certo limitante. Um país rico em “material humano” passa, sob certos aspectos, por um problema de publicação de pesquisas sobre os mais diversos assuntos.

Enquanto alguns pesquisadores conseguem divulgar amplamente os resultados de seus trabalhos, outros tantos, por questões culturais ou financeiras, não têm tantas oportunidades de divulgação. A repressão de divulgação ocasiona um obstáculo material à medida que as pesquisas já desenvolvidas favoreceriam uma melhor formação dos professores se não possuíssem seu acesso restrito. Sem contar que o aspecto econômico-financeiro ultrapassa os cursos de formação e preocupa até a dinâmica da sala de aula, pois é diminuta uma motivação para o trabalho escolar interdisciplinar, ou qualquer que seja, sem uma remuneração adequada.

3.3.3.2. ASPECTOS HUMANOS

Enquanto prática coletiva, é muito reduzido o número de instituições de ensino superior que empregam uma metodologia interdisciplinar, tanto no campo do ensino quanto no da pesquisa. No prefácio de um dos livros de Fazenda, Japiassu declara o que já apregoou em diversos dos seus textos:

> O que existe, e assim mesmo numa escala reduzida e, freqüentemente de modo inteiramente escamoteado, são certos encontros pluridisciplinares. E estes são muito mais frutos de uma imaginação criadora e combinatória sabendo manejar conceitos e métodos diversos, colocando-os em presença uns dos outros e dando origem a combinações imprevistas, do que algo instituído e institucionalizado. (JAPIASSU *apud* FAZENDA, 2011, p. 36).

A edição de onde a citação foi retirada é de 2011 e a primeira edição da obra, época sobre a qual Japiassu teceu o comentário, já tem mais de vinte anos, contudo a realidade nas universidades e em outras instituições de ensino superior ainda é muito parecida, pois mesmo com as mudanças implementadas em algumas delas muitos são os professores preparados por cursos de graduação fortemente disciplinares, distantes do interdisciplinar.

É altamente complicado para um professore aplicar em sua sala de aula uma prática interdisciplinar quando a sua formação foi basicamente disciplinar. Para exemplificar como as instituições de ensino superior ainda desenvolvem um trabalho disciplinar longe do interdisciplinar veja a seguir as disciplinas obrigatórias da grade curricular do curso de licenciatura em Matemática de um instituto federal e cinco universidades diferentes disponíveis na rede mundial de computadores.

Quadro 5: Matriz Curricular do Curso Superior de Licenciatura em Matemática Instituto Federal do Rio de Janeiro
1º período Pré-Cálculo Geometria Analítica Estrutura do Ensino Escola e Sociedade Comunicação e Informação I
2º período Cálculo I Álgebra Linear I Fundamentos de Matemática Psicologia da Aprendizagem Comunicação e Informação II
3º período Cálculo II Álgebra Linear II Física Geral I Metodologia do Ensino de Matemática Didática
4º período Cálculo III Álgebra I Introdução à Programação Física Geral III Matemática em Sala de Aula I
5º período Funções de Uma Variável Complexa Álgebra II Cálculo Numérico História e Filosofia da Ciência I Matemática em Sala de Aula II Estágio Curricular Supervisionado I
6º período Análise Real I Geometria Plana Informática no Ensino de Matemática Matemática em Sala de Aula III Metodologia de Pesquisa Estágio Curricular Supervisionado II
7º período Análise Real II Construções Geométricas Trabalho de Conclusão de Curso I História da Matemática Matemática em Sala de Aula IV Estágio Curricular Supervisionado III
8º período Geometria Espacial Probabilidade e Estatística Matemática Financeira Trabalho de Conclusão de Curso II LIBRAS
Fonte: http://www.ifrj.edu.br/webfm_send/254

Quadro 6: Grade de Curso (Disciplinas Obrigatórias) Licenciatura Plena em Matemática 2008.1 Universidade Estadual do Ceará
1º semestre Geometria Analítica Matemática Elementar Geometria Euclidiana Plana Fundamentos de Computação
2º semestre Psicologia Evolutiva II (Adolescente) Geometria Euclidiana Espacial Cálculo Diferencial e Integral I
3º semestre Psicologia da aprendizagem Álgebra Linear I Física Básica I Matemática Elementar II Cálculo Diferencial e Integral II
4º semestre Cálculo Diferencial e Integral III Análise Combinatória e Probabilidade Didática Geral I Estrutura e Funcionamento do Ensino Fundamental e Médio
5º semestre Estatística Descritiva Estágio Supervisionado I no Ensino Fundamental Laboratório de Matemática Equações Diferenciais Ordinárias Prática de Ensino de Matemática I
6º semestre Introdução à Teoria dos Números História da Matemática Prática de Ensino de Matemática II Estágio Supervisionado II no Ensino Fundamental
7º semestre Estruturas Algébricas I Cálculo Numérico Estágio Supervisionado III no Ensino Médio Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso
8º semestre Análise Matemática Trabalho de Conclusão de Curso (Matemática) Estágio Supervisionado IV no Ensino Médio
Fonte: http://www.uece.br/uece/index.php/graduacao/presenciais

Quadro 7: Grade Curricular (Disciplinas Obrigatórias) Licenciatura em Matemática 2005.1 Universidade Federal do Ceará
1º semestre Cálculo Diferencial e Integral I Geometria Plana e Desenho Geométrico Matemática Básica Estrutura, Política e Gestão Educacional
2º semestre Cálculo Diferencial e Integral II Geometria Analítica Geometria Espacial e Descritiva Psicologia do Des. e Aprendizagem na Adolescência
3º semestre Álgebra Linear Cálculo Diferencial e Integral de Funções Reais de Várias Variáveis Mecânica I Didática I
4º semestre Cálculo Diferencial e Integral de Funções Vetoriais Análise Combinatória e Probabilidade Mecânica II Estrutura Sócio –Históricos e Culturais da Educação
5º semestre Geometria Descritiva e Projetiva Introdução às Variáveis Complexas Orientação de Estágio de Matemática I Estágio Supervisionado de Matemática I Introdução à Estatística
6º semestre Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias Fundamentos de Matemática Orientação de Estágio de Matemática II Estágio Supervisionado de Matemática II
Fonte: https://si3.ufc.br/sigaa/public/curso/curriculo.jsf;jsessionid= 129B017ABD5AE58E7B347C347D554054.node147

Quadro 8: Grade Curricular (Disciplinas Obrigatórias) Licenciatura em Matemática – Universidade Federal do Rio de Janeiro
1º período Cálculo de uma variável I Geometria Euclidiana Vetores no R^2 e n R^3 Introdução à Computação
2º período Cálculo de uma variável II Números Inteiros Álgebra Linear Fundamentos Sociológicos da Educação AACC
3º período Cálculo de Várias Variáveis I Teoria de Anéis e Grupos Matemática Finita Psicologia da Educação AACC
4º período Cálculo de Várias Variáveis II Probabilidade e Estatística Introdução à Física I Filosofia da Educação no Mundo Ocidental AACC
5º período Fundamentos de Funções e Conjuntos Mecânica da Partícula Didática AACC
6º período Análise Real Matemática na Escola Introdução ao Eletromagnestimos Monografia I Didática da Matemática I Prática de Ensino de Matemática e Estágio Supervisionado
7º período Análise Complexa Informática Aplicada ao Ensino Educação Brasileira Didática da Matemática II AACC e Prática de Ensino de Matemática e Estágio Supervisionado
8º período Evolução da Ciência e da Matemática Monografia II Fundamentos de Aritmética e Álgebra AACC e Prática de Ensino de Matemática e Estágio Supervisionado
9º período Fundamentos de Geometria Laboratório de Instrumentação para o Ensino de Matemática Monografia II AACC
Fonte: http://www.im.ufrj.br/licenciatura/

Quadro 9: Grade Curricular (Disciplinas Obrigatórias) Licenciatura em Matemática – Universidade de São Paulo
1º Período Ótica Estatística para Licenciatura I Geometria Analítica Cálculo para Funções de Uma Variável Real I Laboratório de Matemática
2º Período Gravitação Atividades Acadêmico-Científico-Culturais II Estatística para Licenciatura II Introdução a Álgebra Linear Cálculo para Funções de Uma Variável Real II A Matemática na Educação Básica
3º Período Introdução às Medidas em Física Atividades Acadêmico-Científico Culturais III Introdução à Computação Álgebra I para Licenciatura Cálculo para Funções de Várias Variáveis I
4º Período Mecânica para Licenciatura em Matemática Atividades Acadêmico-Científico-Culturais IV Atividades Práticas I Didática Geometria e Desenho Geométrico I Introdução à Análise Cálculo para Funções de Várias Variáveis II
5º Período Física do Calor Atividades Acadêmico-Científico Culturais V Atividades Práticas III Cálculo Numérico e Aplicações Álgebra II para Licenciatura Geometria e Desenho Geométrico II Projetos de Estágio
6º Período Eletricidade e Magnetismo I Atividades Acadêmico-Científico Culturais VI Atividades Práticas II Política e Organização da Educação Básica no Brasil História da Matemática I
7º Período Atividades Acadêmico-Científico Culturais VII Metodologia do Ensino de Matemática I Língua Brasileira de Sinais – EAD Geometria III
8º Período Atividades Acadêmico-Científico Culturais VIII Metodologia do Ensino de Matemática II Elementos da Teoria dos Conjuntos
Fonte: https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=45&codcur=45024&codhab=1&tipo=N

Quadro 10: Currículo do Curso (Disciplinas Obrigatórias) Licenciatura em Matemática 2008.1 Universidade Federal de Santa Catarina
Fase 1 Desenho Geométrico Fundamentos de Matemática I Geometria Quantitativa I Laboratório de Matemática
Fase 2 Fundamentos de Matemática II Geometria Quantitativa II Geometria Euclidiana Seminários I
Fase 3 Teoria da Educação Estatística Aplicada à Educação Matemática Geometria Analítica Introdução ao Cálculo
Fase 4 Organização Escolar Álgebra Linear I Cálculo I Psicologia Educacional: Desenvolvimento e Aprendizagem
Fase 5 Didática Álgebra Linear I Laboratório de Matemática II Cálculo II
Fase 6 Física I Álgebra I Seminários II Cálculo III
Fase 7 Física II Metodologia do Ensino de Matemática Estágio Supervisionado I – Matemática Álgebra II Métodos Numéricos em Cálculo
Fase 8 Geometria Descritiva Introdução à Análise Projetos I
Fase 9 Língua Brasileira de Sinais Estágio Supervisionado II – Matemática (Ensino Fundamental) Projetos II Trabalho de Conclusão de Curso I
Fase 10 Estágio Supervisionado III – Matemática (Ensino Médio) Trabalho de Conclusão de Curso II
Fonte: http://www.mtm.ufsc.br/planos/Curriculo_MTM/curriculo_mtm_licencitura_ noturno_2008.1.pdf

Faz-se necessário um preparo adequado dos professores, preparo esse que demanda mudanças tanto no ensino básico como no superior, pois o educador sentirá forte resistência em se engajar num trabalho interdisciplinar se sua formação for fragmentada. Através do recorte das seis grades curriculares acima, notamos que em instituições de ensino superior de diferentes localizações os cursos de licenciatura são organizados sem uma interação das disciplinas ao longo dos semestres.

Em nenhuma das estruturas curriculares tomadas como exemplo detectamos uma teia entre as disciplinas, isto é, uma disciplina e outra pode, às vez, ter alguma semelhança, contudo não é notório conexão entre elas, o que faz com que os professores destas trabalhem de forma isolada, o que acaba se tornando um exemplo a ser seguido pelos professores que estão sendo formados.

Quando se fala em repensar a formação do professor, não se trata apenas de repensar os temas envoltos nas outras disciplinas, mas também sua própria, tanto de um modo geral, como nas possíveis interações de tópicos dentro dela. A interdisciplinaridade é dificultada tanto pelo modelo de graduação através do qual os professores estão sendo submetidos como também pela falta de capacitação continuada dos professores.

Para ter condições de efetuar trocas com outras disciplinas, o professor precisa se sentir seguro no seu conteúdo específico, desde os preceitos e conhecimentos mais antigos até as mais novas técnicas pedagógicas e abordagens metodológicas, pois um professor bem especializado é requisito para um professor disposto a aceitar a colaboração dos outros profissionais.

Além do constante estudo de sua disciplina e da revisão no modo como aborda os conteúdos das demais, durante sua formação, quer inicial ou continuada, o professor deve rever os seus valores, procurando evitar (ou contornar) os primeiros obstáculos ressaltados. Precisa compreender a aspirar à melhor forma de se relacionar com seus alunos, devido ser fundamental comentar, esperar, criar e imaginar, dando condições para o educando aprender. Uma procura que só é possível se o educador pode perceber como ocorre sua própria aprendizagem. Para buscar a transformação social, precisa-se ter iniciado o processo de transformação pessoal.

Ao estudar tais obstáculos e mudanças, é crucial compreender que os aspectos sistematizados em um estudo como este não possuem um manual prático e detalhado, onde aqueles que compõem a instituição podem prever e receitar saberes e habilidades necessárias para a formação do professor interdisciplinar. Contudo, pode-se analisar de que forma podem vir a ocorrer.

3.4. COMO TORNAR A INTERDISCIPLINARIDADE HÁBITO OU TRATÁ-LA SEM ESTRANHEZA

Seria infrutífero, além de representar certa arrogância, se procurássemos citar técnicas a serem seguidas por excelência. Mais proveitoso é procurar exemplos que contornem os obstáculos, para formar uma base sólida para a aquisição dos pré-requisitos e através de uma visão das vantagens do trabalho interdisciplinar promover uma busca por avanços. Segundo Fazenda (2008a, p. 13): “Um olhar interdisciplinar atento recupera a magia das práticas, a essência de seus movimentos, mas, sobretudo, induz-nos a outras superações, ou mesmo reformulações”.

As salas de aula brasileiras são, de uma forma geral, bastante heterogêneas, principalmente as de escolas públicas. A heterogeneidade pode ser vista como um problema, porém o convívio com ela pode tornar-se um facilitador da interdisciplinaridade, pois ao conviver com ela o professor fica habituado a lidar com situações de divergência em sala.

A sociedade atual nos trás alunos críticos. O que acontece em boa parte dos casos é vê-los inibidos ou com críticas sem fundamento, ou pior, constrangido, tornando-o passivo. Uma sala ativa requer atenção constante, por isso o professor tende a acomodar-se, entre outros motivos, a fim de evitar aumento na carga de trabalho, mas a inibição do aluno e a acomodação do professor podem cessar com simples atitudes. Interdisciplinaridade é questão de atitude, diz a filosofia de Japiassu e Fazenda. As atitudes podem ser modestas, devido à falta de familiaridade, mas causam mudanças incríveis, pois simples passos para a desinibição dos alunos são uma via de mão dupla para um avanço na desacomodação do professor.

Não se pode propor o uso das metodologias interdisciplinares a todo o momento a quem inicia no uso de tais técnicas, mas pode-se tentar a utilização do conceito a qualquer hora. Ter cautela e usar constantemente, pode soar contraditório, porém é explicável ao compreender que para colocar certos conceitos em prática da melhor forma possível é preciso aceitá-los aos poucos e fazer que os alunos também os aceitem, por isso o multidisciplinar pode ser um caminho. Como início, podemos usar da interdisciplinaridade na introdução dos tópicos formais, através de exemplos. Contudo não é simplesmente pegar modelos que constam em alguns livros didáticos, fazer duas ou três perguntas sem mostrar as implicações das respostas, dizendo que são questões a serem resolvidas com os próximos assuntos, deixando-os em abertos e não retornando a eles, ou pior, deixá-los como exercício a serem resolvidos isolada e unicamente pelos alunos.

Por outro lado, não se pretende engrossar a lista daqueles que somente promulgam os defeitos do nosso material didático. Entre a escassez e os exemplos controversos, encontram-se alguns norteadores do trabalho educacional produtivo, exemplos a serem levados o mais próximo possível da realidade dos alunos, ou talvez de parte deles. Uma aproximação que é atingida através de questionamentos práticos, que não devem buscar por soluções ótimas e exclusivamente matemáticas (ou exclusivamente linguísticas, geográficas, sociais, ou de quaisquer tipos), as quais podem ser aprofundadas posteriormente, dando chance para ideias que os educandos poderiam julgar bobas, porém com postura para evitar banalizações, mas evitando autoritarismo por parte do professor e ridicularização por parte dos colegas, fortificando a ideia de parceria.

Parceria da produção de um conhecimento para uma escola melhor, que implica seres humanos (alunos e professores) melhores. A temida heterogeneidade da sala agora é buscada no sentido de não primar assuntos de uma única disciplina, mas temas diversos onde possamos enxergar tais assuntos, além de outros, utilizando assim a parceria dos colegas professores.

A presença da atividade disciplinar do professor é indispensável, pois além da importância, já comentada, dela para a interdisciplinaridade, a falta dela ocasionaria um obstáculo não citado, o cumprimento de carga horária, contudo ela deve ser desenvolvida buscando envolver problemas amplos, com os quais os colegas também trabalhem. Porém, é importante que se evite ao final de certos pontos, pronunciar frases do tipo: “Mas aqui entra a Física que o professor Ênio abordará” ou “Porém isso é interpretação textual, que fica pra professora Débora”, as quais podem gerar expectativas sem conclusões nos alunos e imprevistos para os colegas.

Deve-se propor as discussões, ou quem sabe aceitar aquelas propostas pelos alunos, quando houver maior familiaridade, permitindo abertura do tema e debate com os alunos, além de discussão e planejamento com os colegas professores. Numa sala de aula interdisciplinar, há ritual de encontro – no início, no meio e no fim.

Para Pires: “Do ponto de vista da Educação, especialmente em termos do ensino fundamental e do médio, o significado curricular de cada disciplina resulta do modo como ela se articula com as demais”. (PIRES, 2000, p. 144). Tomando a visão interdisciplinar do ensino de Matemática, percebe-se que através da modelagem matemática temos uma maneira para conduzir, de modo prático em sala de aula, o saber de forma envolvente, abrangente e integrador. É interessante lembrar que o engano de julgar novas as ideias interdisciplinares também recai no uso de projetos. De acordo com Santomé, temos:

> A proposta de uma ação pedagógica interdisciplinar e contextualizada a partir de projetos de ensino não é recente. William H. Kilpatrick, em 1918, propunha numa das mais prestigiosas revistas americanas de educação da época, Teachers College Record, aquilo que ele denominava de Método de Projetos e que melhor traduzia naquele momento o pensamento de John Dewey de uma escola 'ativa', isto é, do realizar dentro da sala de aula o que se faz continuamente no ambiente natural verdadeiro. (SANTOMÉ, 1998, p. 204)

Quando Dewey propôs um método de projetos e de escola ativa, primava-se que o aluno decida sobre o projeto a ser desenvolvido, enquanto o trabalho pedagógico do professor ocorria sem nenhum tipo antecipado de planejamento, visto que o projeto deveria srt conduzido de acordo com os interesses dos alunos, ao invés de criar novos interesses.

Já a escola de hoje requer uma sistematização e um planejamento contínuo das diferentes atividades a serem desenvolvidas, além de exigir, ao vivenciar ambientes diferentes e contextos sócio-culturais com as mais diversas particulares possíveis, que se compreenda e dê-se espaço para os modos diferenciados de construção de conhecimentos de todos os que a compõem. Recomenda-se, a princípio, até o professor obter o domínio da estratégia, a escolha do tema ou assunto a ser desenvolvido, explicitando a justificativa da sua escolha, que poderá referir aspectos educacionais, intenções pedagógicas, comprometimentos políticos, relevância sócio-educacional do tema em estudo, entre outros, sendo que esta disposição minuciosa e detalhada não significa que deva ser rígida a ponto de se centrar demais no conteúdo e não o suficiente nas necessidades dos alunos.

Dentre as características interdisciplinares, os projetos devem reforçar a inclusão afetiva do aluno, permitindo a ação dele próprio no processo de aprendizagem, além de possibilitá-lo aprender a trabalhar em grupo (cooperação) e aprender a executar a complicada tarefa de organizar, comunicar e divulgar os resultados obtidos através de diferentes meios.

Lembra-se de que há diferença entre um projeto escolar e um projeto científico ou de pesquisa, a princípio porque os alunos envolvidos (e até alguns professores) são principiantes quanto a esta forma de trabalhar e de agir em equipe. No que tange aos projetos escolares, é desejável que eles correspondam a um interesse potencial dos alunos; de tal forma que os alunos o vejam como relevantes e desafiadores e o professor os encarem com objetivos educativos identificáveis e significativos, onde sua realização deve estar ao alcance dos alunos, com recursos disponíveis e no tempo escolar adequado.

Seja qual for o projeto a ser desenvolvido, podem se distinguir as etapas:

1. Definição do objetivo do projeto, o que se pretende estudar ou realizar. Deverá ser tomado cuidado com a preparação para a motivação.

2. Definição da metodologia a seguir. É importante saber improvisar, porém deve-se primordialmente cuidar dos aspectos que fazem jus ao planejamento das ações. É importante definir e descrever com a maior riqueza de detalhes possíveis as atividades de ensino que podem vir a ser desenvolvidas no dos processos de aquisição e organização de informações. Antes da descrição das atividades, o planejamento deve estabelecer a relação que estas guardam com as competências e habilidades definidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, além de programar critérios e instrumentos de avaliação de acordo com os objetivos, o conteúdo estudado e, sobretudo, a natureza da atividade que foi desenvolvida, ações que facilitarão o desenrolar do projeto.

3. A realização das atividades, que por sua vez subdivide-se em dois momentos. O inicial, quando os alunos irão expressar suas ideias sobre o problema em questão, derivando destas hipóteses dos alunos a intervenção pedagógica. E outro, quando são criadas as estratégias para buscar respostas a questões e hipóteses da problematização.

O desenvolver das atividades deve permitir: adaptar a tarefa aos interesses do aluno; conter diversidade e novidade, para que os alunos tomem decisões de modo autônomo; proporcionar aos alunos participação ativa, para que eles possam ser atuantes e criativos; incorporar, se possível, situações lúdicas; antecipar, também se possível, situações adversas e divergentes e desenvolver momentos de interação.

4. Elaboração das conclusões. Neste momento os alunos irão modificar seus conhecimentos iniciais e construir outros mais organizados e integrados. As novas aprendizagens integrarão um conjunto de conhecimentos necessários para outras situações.

5. E por fim a divulgação e comunicação dos resultados, os quais foram vividos como problema e não como dissertação.

Ao detalharmos e ampliarmos o ideário e as práticas da modelagem matemática teremos um fundamento bem estruturado para organizarmos e praticarmos aquilo que é considerado uma pedagogia de projetos interdisciplinares.

Para D'Ambrosio, "a modelagem, visando a aplicações, faz sempre apelo à realidade na qual está inserido o sistema que dá origem aos modelos com os quais se trabalha, ..." (D'AMBROSIO, 1993). O estudante pode descobrir diferentes maneiras para aproximar-se e tratar uma situação-problema, ou seja, usará a linguagem matemática para além de compreender o problema, simplificá-lo e/ou buscar uma resolução. A interdisciplinaridade está presente no momento em que este pesquisa e aprofunda seus conhecimentos a respeito de um determinado tema, por meio de atividades variadas que permitem uma abertura de pensamento para ações relacionadas com outras áreas do conhecimento.

A pedagogia de projetos é uma boa estratégia de ensino, mas só aprende a planejar e executar um projeto quem realmente consegue, de alguma forma, trabalhar com ele, pois geralmente um projeto gera outros, por isso é necessário ter competência, disposição e liberdade para propor problemas semelhantes a serem investigados.

O projeto é uma boa tática de trabalho, para isso não pode ser de longa duração, e como qualquer outra proposta educativa deve garantir diversificação, autonomia, criatividade e envolvimento. Embora sejam conhecidos os limites desta metodologia, vê-se nela uma estratégia para o trabalho interdisciplinar, para isso exigindo dos professores envolvidos conhecimentos sólidos sobre sua disciplina e de inter-relações possíveis com outras.

Por sua vez, um obstáculo não citado entre os outros, devido merecer um destaque mais delicado, é o fato de que toda organização disciplinar é resultante de uma reflexão mais abrangente, de natureza epistemológica, no interior de um sistema filosófico, que prefigura o tom de cada componente.

Salientando haver diferença entre a Matemática Ciência e a matemática matéria escolar, como diz Alves: “a divisão ocorrida na matemática enquanto área do saber, nascida das necessidades dos homens primitivos em solucionar problemas cotidianos, e da sua posterior transformação em conteúdo científico e escolar.” (ALVES, 2008, p. 101), para concluir essa etapa do trabalho é preciso abordá-la enquanto ciência, visto que o ensino de matemática já foi tratado.

Na segunda metade do quinto século antes de Cristo, tem-se um período matematicamente incomparável a qualquer outro, pois, em nenhuma outra época, homens com os recursos tão escassos atacaram problemas com tão importante significado matemático.

Em tal época, chamada Idade Heróica da Matemática, é estabelecido um núcleo de uma educação liberal, dito “quadrivium”, formado da aritmética (ou números em repouso), geometria (ou grandezas em repouso), música (ou números em movimento) e astronomia (ou grandezas em movimento), que, de acordo com alguns autores, foi estabelecido pelo matemático Arquitas, um dos últimos pitagóricos.

Posteriormente, o “quadrivium” é aliado ao “trivium”, que Aristóteles atribui a Zeno, consistindo de gramática, retórica e dialética, para formar as sete artes liberais, que eram consideradas como a bagagem cultural necessária de uma pessoa educada. Tal descrição é feita para mostrar a importância em estudar o sistema filosófico, pois dentre as setes artes liberais, que permaneceram intocáveis por dois milênios, a Aritmética tem um destaque bastante ressaltado em comparação às demais, ao passo que em tempo atuais ela possui forte descaso na maior parte dos currículos.

Estudando outros sistemas filosóficos, considera-se a ordenação comteana das ciências, que ordenando os objetivos do conhecimento estabelece as seis ciências ditas fundamentais sendo elas, a Matemática, a Astronomia, a Física, a Química, a Biologia e a Sociologia. De acordo com Comte:

> O conjunto dessa fórmula enciclopédica, exatamente conforme as verdadeiras afinidades dos estudos correspondentes, [...], permite, enfim, a cada inteligência renovar a seu bel-prazer a história geral do espírito positivo, passando, de maneira quase insensível, das menores idéias matemáticas aos mais altos pensamentos sociais. (COMTE, 1978, p. 219)

A Hierarquia das Ciências de Comte, embora peque ao seguir uma linearidade demasiada, em geral também presente no currículo escolar, destaca-se por evidenciar a ordenação e valorização das disciplinas num sistema filosófico, salientando ideias interdisciplinares que Machado descreve como: "Apesar da ordenação imutável, este sistema é encarado como indivisível, sendo toda a decomposição considerada artificial e arbitrária." (MACHADO, 1994, p. 65). Outro fato é que as ideias comteanas também serviram como inspiração para Piaget desenvolver seu círculo das Ciências. Em "Epistemologia Genética", Piaget também propõe os ramos fundamentais da ciência, mas diferente de Comte ao organizá-los de forma não-linear, através de um ciclo. Iniciando na Matemática e na Lógica, intimamente aliadas, seguidas da Física, da Biologia, da Psicologia Experimental e da Sociologia, estas duas últimas agregadas sob a alcunha de Psicossociologia, quando vem um energético desenrolar de ideias que fundamenta a estrutura circular, evidenciando as relações mútuas até a Psicossociologia retornar à Matemática. Contudo, mesmo sendo mais razoável que a organização de Comte, ela somente camufla a linearidade que almejava superar.

Outro sistema filosófico interessante, mas ainda não ideal, é a árvore de Descartes, onde a língua não exercia influência e cujas raízes eram a Metafísica; o tronco, a Física (Filosofia Natural); os diversos galhos, a Astronomia e a Medicina, entre outras e a seiva sendo a Matemática, percorrendo e alimentando todo o esquema.

Analisando os sistemas filosóficos "comteano", "piageteano" e cartesiano, fundamenta-se o fato de que a análise isolada de uma disciplina não é proveitoso. O princípio curricular das disciplinas surge da articulação que, para ser compreendida, requer um estudo do sistema filosófico maior. E um estudo do sistema filosófico, além do intermeio interdisciplinar, verifica-se a ênfase habitual da Matemática. Por exemplo, na árvore cartesiana a Matemática, agente direto da interdisciplinaridade, não disputa espaço curricular com as demais disciplinas, embora se contraponha com a língua corrente, ao instaurar-se como linguagem clara do conhecimento.

Contudo, não se objetiva defender tais ideias em sua totalidade. Concordando com o meio interdisciplinar, mas se contrapondo ao caráter de agente interdisciplinar central da Matemática, Barthes defende:

> O interdisciplinar de que tanto se fala não está em confrontar disciplinas já constituídas das quais, na realidade, nenhuma consente em abandonar-se. Para se fazer interdisciplinaridade, não basta tomar um 'assunto' (um tema) e convocar em torno de duas ou três ciências. A interdisciplinaridade consiste em criar um objeto novo que não pertence a ninguém. O texto é, creio eu, um desses objetos. (BARTHES, 1988, p. 99).

Defende-se que é necessário compreender o significado da Matemática e da língua, entre as bases do conhecimento. Contudo, enxergando uma matemática que está presente na realidade e que de alguma forma tenta explicá-la e compreendê-la, sem deixar à parte os aspectos formais próprios do seu corpo de ação.

Por outro lado, as estruturas matemáticas não são mais o foco central de estudo, mas um recurso a mais para a organização de ideias e conceitos a serem explorados ou investigados. Não consiste mais em pensar em como a Matemática pode ser aplicada em situações reais, mas como a Matemática e as outras disciplinas ajudam a compreender e (re)interpretar essas situações.

O ensino da matemática, no pano de fundo das relações e das problemáticas sociais mais amplas, deve contribuir para uma melhor compreensão do conhecimento matemático e para a formação crítica do cidadão.

Mais precisamente no desenvolver de um trabalho interdisciplinar, cada elemento não busca somente capacitar os outros com sua especialidade, mas também procura aprender.

Sobre esse ponto mais uma vez é possível citar Gusdorf:

> Estudos interdisciplinares autênticos supõem uma pesquisa comum e a vontade, em cada participante, de escapar ao regime de confinamento que lhe é imposto pela divisão do trabalho intelectual. Cada especialista não procuraria somente instruir os outros, mas também receber instrução. Em vez de uma série de monólogos justapostos, como acontece geralmente, ter-se-ia um verdadeiro diálogo, um debate por meio do qual, assim se espera, se consolidaria o sentido da unidade humana. (...) A determinação de uma língua comum é a condição do surgimento de um saber novo." (GUSDORF apud MACHADO, 1993, p. 33)

E para que a troca ocorra de maneira efetiva, a linguagem comum pode vir de um agrupamento de elementos da Matemática com características de outros da língua mãe. O elo língua mãe/Matemática não necessita que o professor de uma área se especialize cursando a outra área, muito menos diga que o professor de outra disciplina vai esclarecer ou explicar isto ou aquilo.

Em sala de aula, a ajuda mútua ocorre à medida que o professor de Matemática identifica dificuldades de interpretação dos problemas, sugerindo leituras matemáticas com temas diversos e intrigantes, ou mostrando que ele próprio também toma certos cuidados com a língua mãe, pesquisando junto ao aluno o esclarecimento da dúvida, ou, por outro lado, quando o professor de Língua Portuguesa mostra que há certa lógica matemática, tendo ou não o domínio dela, nas regras gramaticais, ou faz uma interpretação de texto baseada numa sequência de fatos. Tais exemplos podem parecer restritos, mas estão na fronteira de muitos outros que dependem do contexto empregado ou dos objetivos a serem alcançados.

De acordo com Japiassu: "A Matemática aparece como instrumento privilegiado do interdisciplinar, pois proporciona um aparelho de organização dos conceitos e das estruturas." (JAPIASSU, 1976, p. 90). Com a relação à Biologia, à Física e à Química, a Matemática tem uma identificação mais direta, porém vem sendo fragmentada. A distância é superada à medida que se usa o raciocínio matemático amparado em conceitos característicos das outras ciências, sem fazer distinção entre eles.

Quanto à História, à Geografia, à Sociologia, à Filosofia e outras, o papel interdisciplinar da Matemática é admissível e necessário, de certo que nem sempre muito intenso, devido à perda do sentido filosófico da Matemática, mas plausível. Sem citar os temas que usam diretamente a Matemática, como por exemplo a Geografia estatística, os sensos de locação, e outros, tem-se as influências histórico-social e geográfica ao se desenvolverem os conceitos matemáticos. A ideia de infinito não veio do nada. As geometrias não-euclidianas não são fruto de um estalo da mente.

O professor, com um pouco de estudo, pode passar da Matemática Ciência para a matemática escolar, ao fazer um paralelo entre um tema matemático a ser abordado e o mundo que cercava a sua gênese e os efeitos deste na sociedade da época, comparando com atos e fatos que causam semelhante influência hoje.

Com os modestos exemplos, citados verifica-se não haver um ponto privilegiado na relação Matemática/outras disciplinas, há uma reciprocidade no proveito. Não se pode classificar a Matemática como o melhor meio para proporcionar a interdisciplinaridade, mas nela encontra grande ferramenta para tal. Os avanços, em especial na Psicologia, promovem no ensino características evidentes da interdisciplinaridade. Para constatá-las basta considerar, de acordo com Piaget, a inteligência como a capacidade de estabelecer relações; confrontar, com Vigotsky, o desenvolvimento de conceitos espontâneos e científicos; ou admitir, com Gardner, a ideia de inteligência múltipla.

Contudo, tudo deve ser feito e guiado com a mais nobre responsabilidade para que, depois de algumas aulas, o professor já possa estabelecer com o aluno uma relação de confiabilidade, que venha do professor a credibilidade no trabalho do aluno, e deste a confiança para agir por se sentir seguro com o trabalho do professor.

Fazendo valer as particularidades da Matemática é possível observar que os avanços dela ocorrem devido os matemáticos e demais estudiosos que a desenvolveram terem se comportado sempre de forma questionadora, fazendo conceitos antigos evoluírem para novas perspectivas, mesmo sem perder suas essências. A interdisciplinaridade pode fazer que professores trabalhem a Matemática numa perspectiva social ativa e em contínuo diálogo com outras áreas do conhecimento.

CAPÍTULO 4
ESTUDO DAS FUNÇÕES

A noção de função está presente nas mais diferentes situações, não só nas restritas da Matemática, como também nas diversas áreas do conhecimento, quer seja nas ciências, quer no cotidiano que quaisquer pessoas. Entre os exemplos que podem ser citados temos que em cada localidade, a temperatura varia durante o dia. Num mesmo dia e local há momentos mais quentes, outros mais frios, que entre outros fatores depende da geografia do local. Dizemos, então, que a temperatura, numa localidade, é uma função do horário e das condições climáticas. A temperatura, por sua vez, pode determinar a mudança de outras grandezas, como o tamanho de uma porta. A prova é que muitos já tiveram problemas para fechar uma porta em dias mais frios, assim o aumento da madeira é função da temperatura. Em outro campo, a renda familiar depende da condição social da família em questão, a qual, entre outros fatores, depende da escolaridade dos membros. Já a escolaridade de cada filho de um casal tende a ser mais desenvolvida quanto menor for o número de pessoas na família, ou seja condição social, escolaridade e tamanho das famílias são fatores ligados por meio de funções. O conceito de função exerce posição de destaque devido o mesmo servir como fator de representação e estudo de variados fenômenos do cotidiano ou das várias ciências.

Antigamente, a Matemática era dada com a ciência das quantidades e dos espaços, mas hoje, felizmente, cada geração séria de matemáticos recria uma definição para ela, o que a faz evoluir. O certo é que, seja qual for a definição para Matemática que se tenha, e aqui não há o objetivo de procurar uma, é possível tomá-la como interdisciplinar por natureza, assim temos no estudo das funções uma das melhores ferramentas para o trabalho interdisciplinar, pois através do estudo das funções é provável uma interdisciplinaridade não só entre as disciplinas, mas também entre o que é estudado nas escolas e a realidade.

Este capítulo servirá como uma análise desta possibilidade, para tanto ele começará com a história sobre o conceito de função, para que seja possível estudar a sua evolução, bem como mostrar o mundo que girava em torno de tais ideias ao longo do tempo. E depois serão verificadas as formas como o conceito de função é apresentado em quinze livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD para serem adotados em turmas de nono ano de escolas públicas, fazendo um paralelo com a evolução histórica da noção de função, com o objetivo de analisar o alcance desse material.

4.1. A HISTÓRIA EM FUNÇÃO DE UM CONCEITO

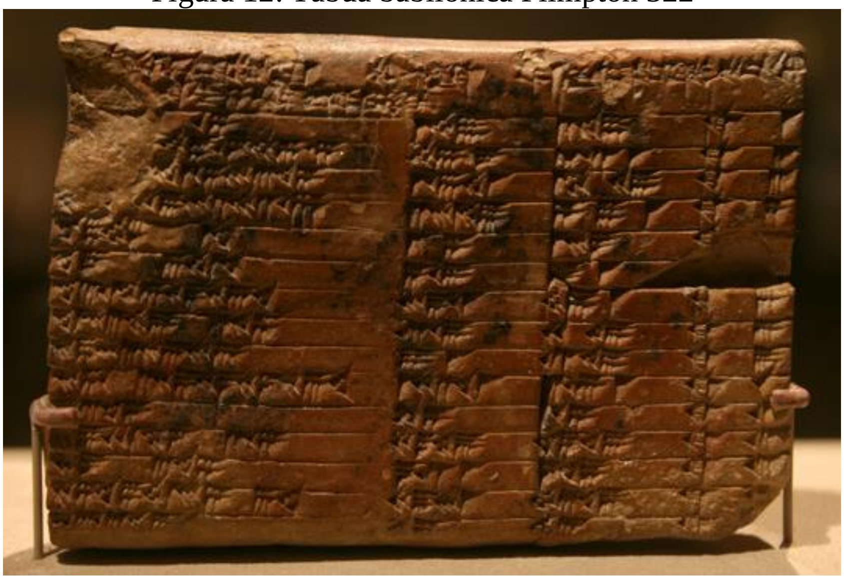
Enquanto a geometria mostra-se presente desde as civilizações antigas e considerando que o instinto de funcionalidade pode ter surgindo com a necessidade do homem fazer associações entre os objetos, a formalização do estudo das funções faz parte do desenrolar da Matemática contemporânea, mesmo tendo alguns de seus aspectos mais básicos presentes em tempos mais remotos.

A grande maioria dos estudos sobre a história do conceito de função segue o ideário de Youschkevith e suas três etapas para o desenvolvimento da noção de função:

> (1) Antiguidade: etapa no curso da qual o estudo dos diferentes casos de dependência entre duas quantidades ainda não isolou as noções gerais de quantidades variáveis e de funções.
> (2) A Idade Média: Nesta etapa, estas noções são pela primeira vez, e de maneira precisa, expressas sob uma forma geométrica e mecânica, mas durante a qual, como na antiguidade, cada caso concreto de dependência entre duas quantidades é definida por uma descrição verbal ou por um gráfico, de preferência a uma fórmula.
> (3) O período moderno: no curso do qual, a partir do fim do século XVI, e especialmente durante o século XVII, as expressões analíticas de funções começam a prevalecer; a classe das funções analíticas geralmente são expressas por meio de soma de séries infinitas, tornando-se logo a principal classe utilizada." (YOUSCHKEVITH apud OLIVEIRA, 1997, p. 13)

Seguindo a teoria que os povos da antiguidade não fundamentaram nenhuma ideia de funcionalidade, embora a empregassem de forma intuitiva temos os babilônios, que entre a suas milhares de tábuas encontradas, podemos identificar várias com relações entre variáveis, através de "tabelas" com relações entre números.

Figura 12: Tábua babilônica Plimpton 322



Fonte: http://www.nytimes.com/2010/11/27/arts/design/27tablets.html?_r=0 último acesso em 09/08/2015

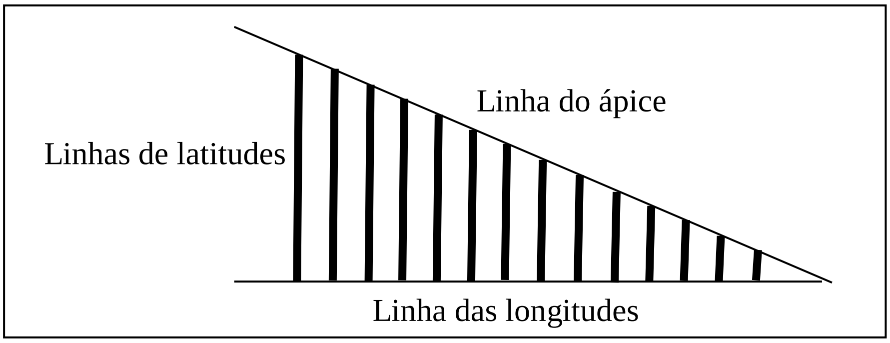
De Alexandria temos as cordas do astrônomos, entre eles Apolônio de Perga, com suas cordas de trigonometria, que sem usar um critério de funcionalidade, possuem o equivalente a tabelas de seno.

E na Grécia antiga, os trabalhos de Aristóteles, Heráclito e Zenão de Eléa são os primeiros textos a fazerem alguma menção à ideia de “mudança”. Contudo, sem fazer também quaisquer generalizações. O motivo da falta de generalização pode estar ligado ao fato que na época as relações funcionais eram descritas, em sua maioria, verbalmente ou, às vezes, através de relações numéricas expressas em tabelas.

No século XIV a Matemática não sofreu nenhum avanço significativo, consequência da Peste Negra que dizimou mais de um terço da população europeia e também fruto da Guerra dos Cem Anos, que teve sua maior parte neste período, com suas transformações políticas e econômicas no norte da Europa.

O maior matemático do período foi o normando Nicole Oresme, que nasceu por volta de 1323 e é considerado por muitos o precursor, ou até o pai, da Geometria Analítica, ao desenvolver a “teoria de latitude de formas”, onde, ao usar suas latitude e longitude que hoje equivalem à ordenada e abscissa, respectivamente, nota o princípio de representar uma função variável como uma curva.

Figura 13: Representação Geométrica de Oresme



A latitude (velocidade) de algo é interpretada como sendo uma quantidade variável, que depende de sua longitude (tempo), onde a “linha do ápice” é compreendida como sendo a representação gráfica de uma certa relação funcional contínua.

Assim, ele sugeriu a representação gráfica dos diferentes graus de intensidade das variáveis velocidade e tempo, relacionadas em um fenômeno, exemplificando a principal característica do estudo das funções entre os séculos XIV e XVI, isto é, o estudo de casos de dependência de quantidades através de descrições verbais, relações numéricas e gráficos.

Indo aos séculos XV e XVI, um período de intensas transformações em muitas áreas, temos o Renascimento europeu, quando as artes e as ciências passam por fortes inovações, mas tinha seus intelectuais privados de conciliar normalmente suas opiniões sobre ciência com as doutrinas religiosas da Igreja Católica.

François Viète, o mais importante matemático francês do século XVI, estudou advocacia, mas empregava maior parte do seu lazer com a matemática, desenvolvendo inúmeros trabalhos em trigonometria, geometria e álgebra.

Figura 14: François Viète (1540 – 1603)

Fonte: http://www.thinglink.com/scene/629746061111459842 último acesso em 09/08/2015

O seu trabalho mais famoso, In artem, é grande responsável pelo desenvolvimento do simbolismo algébrico, no qual Viète "introduz o uso de vogais para representar incógnitas e consoantes parar representar constantes" (EVES, 2004, p. 309).

Desta forma, seus estudos permitiram que relações fossem expressas por meio de fórmulas algébricas, ainda que seu interesse maior estivesse em problemas particulares e não na ideia de relacionar grandezas que variam.

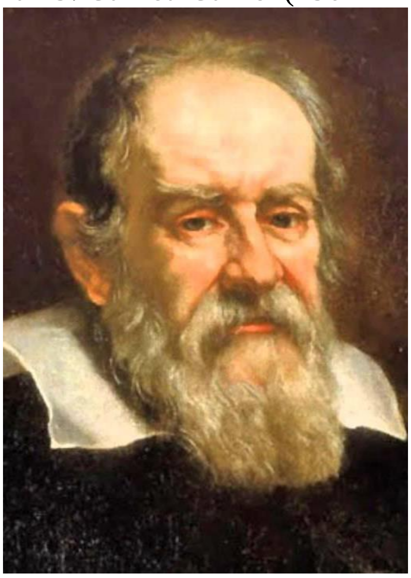
O final do século XVI e o início do século XVII foi um período com marcantes desenvolvimentos sociais, econômicos e políticos que refletiram em todas as atividades intelectuais. Em especial na Matemática, temos época de grande importância e efervescência no seu desenvolvimento, devido os estudos de diversos matemáticos e outros estudiosos, de tal forma que ao detalhar os avanços da Matemática desta época alguns nomes são omitidos, o que não ocorreria em outras épocas, devido existirem muitos outros com relevância maior.

Temos John Napier e seus logaritmos, Willian Oughtred contribuindo para a codificação da álgebra, e Johannes Kepler com as leis do movimento planetário, entre outros. Sendo que alguns estudiosos requerem um detalhe maior, não necessariamente pela contribuição com a Matemática de um modo geral, mas por estarem mais próximos do desenvolvimento do conceito de função.

Thomas Harriot (1560 – 1621) pode não ter contribuído diretamente para o desenvolvimento do conceito de função, mas teve uma contribuição indireta, por ser considerado o fundador da escola de algebristas ingleses e ter proposto variados símbolos ainda hoje usados em Álgebra.

Outro exemplo notável dessa época é o astrônomo Galileu Galilei que ao desenvolver a Dinâmica modelava fenômenos da natureza usando a Matemática. Estudando o movimento dos corpos em queda a partir do repouso, introduziu o aspecto quantitativo nas representações gráficas, expressando relações funcionais sobre as comparações entre causas e efeitos através da linguagem das proporções.

Figura 15: Galileu Galilei (1564 – 1643)



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=t1_9E7Dpl30 último acesso 09/08/2015

A seguir, veio um novo campo da geometria pura com Gérard Desargues e Blaise Pascal, e um novo método da geometria, a Geometria Analítica Moderna de René Descartes e Pierre de Fermat, que também contribuiu com a Teoria dos Números Moderna e Christiaan Huygens com a Teoria das Probabilidades, entre outras. Ao final, continuando os avanços dos diversos antecessores do século, destaca-se Isaac Newton e Gottfried Leibniz que criam o Cálculo Diferencial e Integral.

Foi Descartes, em seus estudos sobre equações indeterminadas, quem introduziu a ideia de que uma equação em duas variáveis pode ser representada geometricamente por uma curva indicando assim uma forma de expressar uma relação de dependência entre quantidades variáveis. E ainda, “Descartes, na primeira parte de La géométrie, marcava x num eixo dado e então um comprimento y, formando um ângulo fixo com esse eixo, com o objetivo de construir pontos cujo x e cujo y satisfizessem uma relação dada.” (EVES, 2004, p. 384), isto é, ainda que tenha tido apenas uma aplicação em Matemática, esteve entre os primeiros a usar x e y como variáveis de uma equação.

Figura 16: René Descartes (1596 – 1650)

Fonte: http://www.philosimply.com/philosopher/descartes-rene último acesso 09/08/2015

No tratar das funções surge uma noção mais geral, que na sua origem está associada à noção de lei natural. Na verdade, pode-se considerar três elementos essenciais na formação do primitivo conceito de função: a notação algébrica, a representação geométrica e a ligação com os problemas concretos do mundo físico.

Gottfried Wilhelm Leibiniz foi um dos grande gênios do século XVII e em 1673 usa a palavra “função”. Isso de acordo com PONTE (1990), pois outros autores como Eves defendem a data de 1694 para Leibniz começar a usar o termo “função”. “A palavra função, na sua forma latina equivalente, parece ter sido introduzida por Leibniz em 1694, inicialmente para expressar qualquer quantidade associada a uma curva.” (EVES, 2004, p. 660). Sem deter-se à precisão das datas, o importante é saber que “Leibniz tinha uma sensibilidade muito grande para a forma matemática e discernia com clareza as potencialidades de um simbolismo bem engendrado.” (EVES, 2004, p. 443) e que foi ele, o primeiro a utilizar o termo “função”.

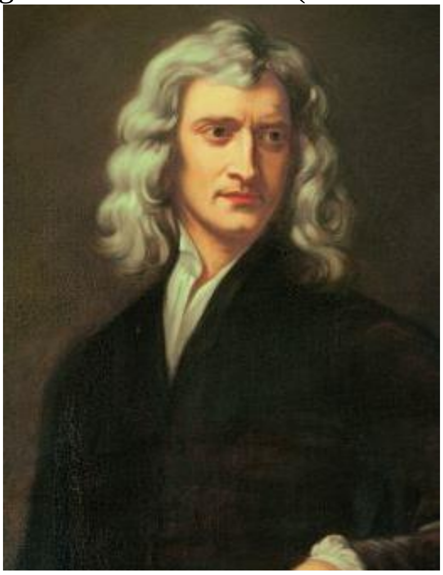
É difícil falar de Leibniz sem comentar sobre Sr Isaac Newton, inglês de inúmeras contribuições importantes para a Matemática e para a Física, que criou concomitante a ele O Cálculo Diferencial, então citemos Eves:

> Para Newton, [...], uma curva era gerada pelo movimento contínuo de um ponto. Feita essa suposição, a abscissa e a ordenada de um ponto gerador passam a ser, em geral, quantidades variáveis. A uma quantidade variável ele dava o nome de fluente (uma quantidade que flui) (EVES, 2004, p. 439)

Constata-se que ele construía de forma confusa a noção de função com o seu fluente, sendo que também chegou a usar o termo "relata quantitas" para designar variável depende e "genita" para uma quantidade obtida a partir de outras por intermédio das quatro operações fundamentais.

Figura 17: Gottfried W. Leibniz (1646 – 1716)

Figura 18: Isaac Newton (1642 – 1727)



Fonte figura 17: www.fameimages.com/gottfried-leibniz último acesso em 09/08/2015
Fonte figura 18: www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2101960/Revealed-esoteric-interests-Britains-greatest-scientist-Sir-Isaac-Newtons-occult-theological-writings-posted-online.html último acesso em 09/08/2015

A seguir, ocorreram anos agitados e repletos de revoltas na Europa e na América. Surge a burguesia, fazendo ir a chão a antiga ordem aristocrática. O filósofo inglês John Locke propõe e o francês Jean Jacques Rousseau propaga a filosofia do liberalismo clássico, que pregava uma democracia limitada e cujo ideário foi a gênese da Revolução Industrial. E por fim, aparece a primeira definição explícita de função. Por volta de 1718, Johann Bernoulli chega a considerar função como uma expressão qualquer formada de uma variável e algumas constantes. E em 1748, Leonhard Euler: "define função de uma quantidade variável como 'qualquer expressão analítica formada daquela quantidade variável e de números ou quantidades constantes'." (BOYER, 1993, p. 327).

Sobre essa importante etapa do desenvolvimento do conceito de função Youschkevitch comenta: "Foi o método analítico de introduzir funções que revolucionou a Matemática e, por causa da sua extraordinária eficiência, reservou um lugar central para a noção de função em todas as ciências." (YOUSCHKEVITCH apud PONTE, 1990, 0. 4)

Figura 19: Johann Bernoulli (1667 – 1748)

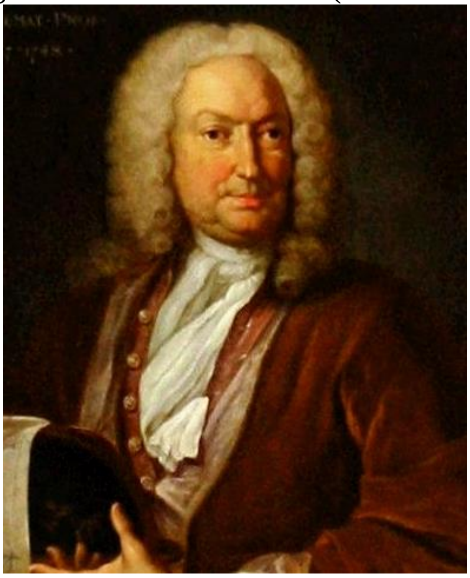


Figura 20: Leonhard Euler (1707 – 1783)

Fonte da figura 19: http://redes.moderna.com.br/tag/johann-bernoulli/ último acesso em 09/08/2015
Fonte da figura 20: http://sandiegocsta.org/programming/ último acesso em 09/08/2015

Bernoulli, Euler e seus contemporâneos viveram um período divisor de águas para a Matemática. De um lado, a Matemática elementar e do outro, a Matemática que requer um pouco mais de estudo.

A Revolução Industrial do século XIX modificou o mundo. Trouxe uma reorganização extrema da civilização humana, o capitalismo industrial, uma urbanização crescente, o sistema manufatureiro, corporações gigantescas, o proletariado, o imperialismo global, avanços tecnológicos e o romantismo.

A definição de função tornou-se independente da ideia de expressão analítica a partir da necessidade de serem estudadas diferentes classes de funções.

Além disso, dependendo da época, as outras duas características da gênese das funções também foram deixadas de lado. A proposta de Euler é mantida até que "Joseph Fourier (1768 – 1830) foi levado a considerar, em suas pesquisas sobre a propagação do calor, as chamadas séries trigonométricas. Essas séries envolvem uma forma de relação mais geral entre as variáveis que as que já havia sido estudadas anteriormente." (EVES, 2004, p. 661)

O próximo a considerar na evolução do conceito é Lejeune Dirichlet, um modesto e notável professor alemão, o qual foi aluno de Gauss e serviu de ponte entre a matemática e os matemáticos da sua geração e da geração do seu mestre.

Tentando encontrar uma definição mais ampla de função que englobe a relação mais geral entre as variáveis, Dirichlet, em 1837 afirma:

> uma definição muito ampla de função: se uma variável y está relacionada com uma variável x de tal modo que, sempre que é dado um valor numérico a x, existe uma regra segundo a qual um valor único de y fica determinado, então diz-se que y é função da variável independente x. (DIRICHLET *apud* BOYER, 1993, p. 405)

O ponto forte da definição de Dirichlet são suas aplicações, sendo ele o primeiro a trabalhar sistematicamente com correspondência arbitrária de variáveis, resultando num considerável número de exemplos com tal noção ao longo da segunda metade do século XIX.

Figura 21: Joseph Fourier (1768 – 1830)

Figura 22: Lejeune Dirichlet (1805 – 1859)

Fonte da figura 21: www.cambridgeblog.org/2014/12/joseph-fourier-heat-radiation-and-finding-new-answers/ último acesso em 09/08/2015
Fonte da figura 22: www.cambridgeblog.org/2014/12/joseph-fourier-breaking-new-ground/ último acesso em 09/08/2015

Chega o século XX, e acontece a Primeira Guerra Mundial dita: "guerra para acabar com as guerras" (EVES, 2004, p. 652). Eclode a Revolução Russa, regimes nacionalistas, o fascismo, genocídios, inebriantes avanços tecnológicos, a Segunda Guerra Mundial, a Organização das Nações Unidas, a Guerra Fria, o "Terceiro Mundo", o estudo da teoria atômica e o computador, além de muitos outros fatos e atos que requerem um pouco mais de tempo para descrever a característica central do período.

A Matemática prima pela abstração e pela análise das estruturas subjacentes, onde se destaca a criação da axiomática, o desenvolvimento da Álgebra Abstrata e da Topologia, a gênese da Lógica Matemática e especialmente, para este trabalho, a evolução da Teoria dos Conjuntos, onde a noção de função foi ampliada para quaisquer correspondências arbitrárias entre conjuntos, numéricos ou não.

Em 1939, surge Nicolas Bourbaki que, como já foi dito no capítulo 2, não foi um homem e sim uma escola, onde seus membros publicaram diversos trabalhos sob o mesmo pseudônimo. Muitos acreditavam que Nicolas Bourbaki era uma única pessoa, mas por fim chegaram a descobrir parte dos integrantes da associação, como por exemplo C. Chevalley, J. Delsarte, J. Dieudonné e A. Weil, os quais acredita-se que estão entre os membros originais.

Figura 23: Escola Bourbaki

Fonte: http://e-escola.tecnico.ulisboa.pt/personalidades.asp?nome=bourbaki-nicolas último acesso em 09/08/2015

Contrários aos matemáticos das últimas décadas, alguns professores atuais fazem a confusa e errônea associação: “O matemático Bourbaki”. O importante é que os trabalhos bourbakianos são muito lidos e também criticados.

O movimento bourbakiano não defendia o juramento do segredo como os pitagóricos faziam, mas possuía um ar de mistério pairando sobre seus membros. “O trabalho do grupo se baseia na crença metafísica não-demonstrável de que para cada questão matemática há, entre as muitas maneiras de lidar com ela, uma que é a melhor, ou ótima.” (EVES, 2004, p. 691)

Bourbaki deu uma definição de função abrangendo relações entre dois conjuntos, como a seguinte:

> Assim, na teoria dos conjuntos, uma *função f* é, por definição, um conjunto qualquer de pares ordenados de elementos, pares esses sujeitos à condição seguinte: se $(a_1, b_1) \in f$, $(a_2, b_2) \in f$ e $a_1 = a_2$, então $b_1 = b_2$. O conjunto A dos primeiros elementos dos pares ordenados chama-se *domínio* da função e conjunto B de todos os segundos elementos dos pares ordenados se diz *imagem* da função. Assim, uma função é simplesmente um tipo particular de subconjunto do produto cartesiano A x B. (EVES, 2004, p. 661).

Por fim, concorda-se com Eves quando cita:

> O conceito de função permeia grande parte da matemática e, desde as primeiras décadas do século presente, muitos matemáticos vêm advogando seu uso como princípio central e unificador na organização dos cursos elementares de matemática. O conceito parece representar um guia natural e efetivo para a seleção e desenvolvimento do material de textos de matemática. (EVES, 2004, p. 661).

Porém é preciso um pequeno, mas crucial, conserto quando Eves conclui: "Enfim, é inquestionável que quanto antes se familiarize um estudante com o conceito de função, tanto melhor para sua formação matemática." (EVES, 2004, p. 661). Mais otimistamente é que a familiarização com o conceito de função, melhora a formação geral.

4.2. CONCEITO DE FUNÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS

A ideia de função extrapola o domínio da Matemática, como define Ferreira:

> função. s.f. 1. Ação própria ou natural dum órgão, aparelho ou máquina. 2. Cargo, serviço, ofício. 3. Prática ou exercício de função (2). 4. Utilidade, serventia. 5. Posição, papel; atribuição. 6. Espetáculo (2). 7. Festividade. 8. Mat. Qualquer correspondência entre dois ou mais conjuntos." (FERREIRA, 2001, p. 363).

Então o seu estudo é de extrema importância, como diz Eves:

> O conceito de função permeia grande parte da matemática e, desde as primeiras décadas do século presente, muitos matemáticos vêm advogando seu uso como princípio central e unificador na organização dos cursos elementares de matemática. O conceito parece representar um guia natural e efetivo para a seleção e desenvolvimento do material de textos de matemática. Enfim, é inquestionável que quanto antes se familiarize um estudante com o conceito de função, tanto melhor para sua formação matemática. (EVES, 2004, p. 661)

Por isso a forma como os alunos são introduzidos ao estudo das funções é algo muito delicado e os livros didáticos desempenham um papel importante nesse sentido.

De acordo com Lima, nas décadas de sessenta e setenta, período quando a chamada Matemática Moderna se instala no Brasil, ocorreu um domínio da conceituação sobre os outros dois aspectos do ensino de Matemática, tendo a manipulação espaço restrito e a aplicação restrições muito mais sérias.

Lecionava-se uma Matemática vaga nas escolas, presa em generalidades sem grande importância, distantes das demais disciplinas científicas e ainda mais isolada da realidade, se comparada com os dias de hoje. Por sua vez, professores e autores de livros didáticos estavam aquém das noções abstratas que deveriam lecionar.

Para exemplificar o que ocorria, Lima diz:

> Um exemplo flagrante da falta de objetividade (que persiste até hoje em quase todos os livros didáticos brasileiros) é a definição de função como um conjunto de pares ordenados. Função é um dos conceitos fundamentais da Matemática (o outro é conjunto). Os usuários da Matemática e os próprios matemáticos costumam pensar numa função de modo dinâmico, em contraste com essa concepção estática. Uma transformação geométrica é uma função. Mas não é provável que exista alguém que imagine uma rotação, por exemplo, como um conjunto de pares ordenados. Os próprios autores e professores que apresentam essa definição não a adotam depois, quando tratam de funções específicas como as logarítmicas, trigonométricas, etc. Quem pensa num polinômio como num subconjunto de R^2 ? (LIMA, 2007, p. 141).

Os parâmetros curriculares nacionais alertam que para o aluno de ensino fundamental desenvolver e exercitar sua capacidade de abstração e generalização, estudar Álgebra é de vital importância, pois além de organizar tais habilidades, ele terá nela uma forte ferramenta para a resolução de problemas.

Porém, corroborando a preocupação de Lima, eles dizem:

> Entretanto, a ênfase que os professores dão a esse ensino não garante o sucesso dos alunos, [...]
> Isso faz com que os professores procurem aumentar ainda mais o tempo dedicado a este assunto, propondo em suas aulas, na maioria das vezes, apenas a repetição mecânica de mais exercícios. Essa solução, além de ser ineficiente, provoca grave prejuízo no trabalho com outros temas da Matemática, também fundamentais, como os conteúdos referentes à Geometria.
> Existem também professores que, na tentativa de tornar mais significativa a aprendizagem da Álgebra, simplesmente deslocam para o ensino fundamental conceitos que tradicionalmente eram tratados no ensino médio com uma abordagem excessivamente formal de funções. Convém lembrar que essa abordagem não é adequada a este grau de ensino. (BRASIL, 1998, p. 115 e 116)

O documento expõe o quanto seria preocupante seguir cegamente o ideário da Matemática Moderna, exemplificado ao citar às restrições ao ensino da Geometria na educação básica devido ao excesso de formalismo no ensino da Álgebra ou ao comentar a abordagem rebuscadamente formal ao estudo das funções, o que não seria indicado para alunos de ensino fundamental.

É preciso saber dosar a quantidade de álgebra a ser lecionada, bem como ser cuidadoso na forma como ela é repassada.

Veja no quadro a seguir um esquema para essa dosagem no ensino fundamental.

Quadro 11: Álgebra no ensino fundamental

Dimensões da Álgebra	Aritmética Generalizada	Funcional	Equações	Estrutural
Uso das letras	Letras como generalizações do modelo aritmético	Letras como variáveis para expressar relações e funções	Letras como incógnitas	Letras como símbolo abstrato
Conteúdos (conceitos e procedimentos)	Propriedades das operações generalizações de padrões aritméticos	Variação de grandezas	Resolução de equações	Cálculo algébrico Obtenção de expressões equivalentes

Fonte: BRASIL, 1998, p. 116

Para que os alunos desenvolvam um conhecimento algébrico significativo é preciso trabalhar algum desses aspectos já no sexto ano do ensino fundamental, para ao longo do oitavo e nono ano articular todos quatro.

Contudo, segundo BRASIL (1998), os professores de ensino fundamental não trabalham todos esses aspectos, geralmente dando maior ênfase ao cálculo algébrico e às equações. Fundamentando no aluno, o uso das letras apenas como incógnitas, geralmente dissociadas de problemas. Embora o educando conheça e use o termo variável, sua ideia não é assimilada, comprometendo significativamente, chegando até a impedir, o desenvolvimento da habilidade de reconhecer e usar a ideia de função.

Alguns professores baseiam essa ausência ao elaborar sua proposta pedagógica de acordo com a matriz curricular de alguma avaliação externa de larga escala, como o Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE) e a Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc), também conhecida como Prova Brasil, a qual junto da Avaliação Nacional de Aprendizagem (Aneb) e da Avaliação Nacional de Alfabetização (ANA) compõe atualmente o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb).

Quadro 12: Matriz de referência para Avaliação em Matemática – nono ano do ensino fundamental – Sistema de Avaliação da Educação Brasileira (Saeb)	
Tema I. Espaço e Forma	
D1	Identificar a localização/movimentação de objeto, em mapas, croquis e outras representações gráficas.
D2	Identificar propriedades comuns e diferenças entre figuras bidimensionais e tridimensionais, relacionando-as com suas planificações.
D3	Identificar propriedades de triângulos pela comparação de medidas de lados e ângulos.
D4	Identificar relação entre quadriláteros, por meio de suas propriedades.
D5	Reconhecer a conservação ou modificação de medidas dos lados, do perímetro, da área em ampliação e/ou redução de figuras poligonais usando malhas quadriculadas.
D6	Reconhecer ângulos como mudança de direção ou giros, identificando ângulos retos e não retos.
D7	Reconhecer que as imagens de uma figura construída por uma transformação homotética são semelhantes, identificando propriedades e/ou medidas que se modificam ou não se alteram.
D8	Resolver problema utilizando a propriedade dos polígonos (soma de seus ângulos internos, número de diagonais, cálculo da medida de cada ângulo interno nos polígonos regulares).
D9	Interpretar informações apresentadas por meio de coordenadas cartesianas.
D10	Utilizar relações métricas do triângulo retângulo para resolver problemas significativos.
D11	Reconhecer círculo/circunferência, seus elementos e algumas de suas relações.
Tema II. Grandezas e Medidas	
D12	Resolver problema envolvendo o cálculo de perímetro de figuras planas.
D13	Resolver problema envolvendo o cálculo de área de figuras planas.
D14	Resolver problema envolvendo noções de volume.
D15	Resolver problema envolvendo relações entre diferentes unidades de medida.
Tema III. Números e Operações /Álgebra e Funções	
D16	Identificar a localização de números inteiros na reta numérica.
D17	Identificar a localização de números racionais na reta numérica.
D18	Efetuar cálculos com números inteiros envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação).
D19	Resolver problema com números naturais envolvendo diferentes significados das operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação).
D20	Resolver problema com números inteiros envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação).
D21	Reconhecer as diferentes representações de um número racional.
D22	Identificar fração como representação que pode estar associada a diferentes significados.
D23	Identificar frações equivalentes.
D24	Reconhecer as representações decimais dos números racionais como uma extensão do sistema de numeração decimal identificando a existência de “ordens” como décimos, centésimos e milésimos.
D25	Efetuar cálculos que envolvam operações com números racionais (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação).
D26	Resolver problema com números racionais que envolvam as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação).
D27	Efetuar cálculos simples com valores aproximados de radicais.
D28	Resolver problema que envolva porcentagem.
D29	Resolver problema que envolva variações proporcionais, diretas ou inversas entre grandezas.
D30	Calcular o valor numérico de uma expressão algébrica.
D31	Resolver problema que envolva equação de segundo grau.
D32	Identificar a expressão algébrica que expressa uma regularidade observada em sequências de números ou figuras (padrões).
D33	Identificar uma equação ou uma inequação de primeiro grau que expressa um problema.
D34	Identificar um sistema de equações do primeiro grau que expressa um problema.
D35	Identificar a relação entre as representações algébrica e geométrica de um sistema de equações de primeiro grau.
Tema IV. Tratamento da Informação	
D36	Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.
D37	Associar informações apresentadas em listas e/ou tabelas simples aos gráficos que as representam.
Fonte: http://portal.inep.gov.br/web/saeb/downloads	

Quadro 13: Matriz de referência para Avaliação em Matemática – nono ano do ensino fundamental – Sistema Permanente de Avaliação do Estado do Ceará (SPAECE)	
Tema I. Interagindo com números e funções	
D7	Resolver situação problema utilizando mínimo múltiplo comum ou máximo divisor comum com números naturais.
D8	Ordenar ou identificar a localização de números inteiros na reta numérica.
D10	Resolver problema com números inteiros envolvendo suas operações
D11	Ordenar ou identificar a localização de números racionais na reta numérica.
D12	Resolver problema com números racionais envolvendo suas operações
D13	Reconhecer diferentes representações de um mesmo número racional, em situação-problema.
D15	Resolver problema utilizando a adição ou subtração com números racionais representados na forma fracionária (mesmo denominador ou denominadores diferentes) ou na forma decimal.
D17	Resolver situação problema utilizando porcentagem.
D18	Resolver situação problema envolvendo a variação proporcional entre grandezas diretas ou inversamente proporcionais.
D19	Resolver problema envolvendo juros simples
D21	Efetuar cálculos com números irracionais, utilizando suas propriedades.
D24	Fatorar e simplificar expressões algébricas.
D25	Resolver situação problema envolvendo equações de 1º grau.
D26	Resolver situação problema envolvendo equação do 2º grau.
D27	Resolver situação problema envolvendo sistema de equações do 1º grau.
Tema II: Convivendo com a Geometria	
D48	Identificar e classificar figuras planas: quadrado, retângulo, triângulo e círculo, destacando algumas de suas características (número de lados e tipo de ângulos).
D49	Resolver problemas envolvendo semelhança de figuras planas.
D50	Resolver situação problema aplicando o Teorema de Pitágoras ou as demais relações métricas no triângulo retângulo
D51	Resolver problemas usando as propriedades dos polígonos. (soma dos ângulos internos, número de diagonais e cálculo do ângulo interno de polígonos regulares).
D52	Identificar planificações de alguns poliedros e/ou corpos redondos.
Tema III: Vivenciando as medidas	
D65	Calcular o perímetro de figuras planas, numa situação problema.
D67	Resolver problema envolvendo o cálculo de área de figuras planas.
D69	Resolver problemas envolvendo noções de volume.
Tema IV. Tratamento da Informação	
D75	Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas ou gráficos.
D77	Resolver problemas usando a média aritmética.
Fonte: http://www.spaece.caedufjf.net/	

Justifico a teoria de que alguns professores omitem certos cuidados ao ensinar álgebra no ensino fundamental baseado nas matrizes de referência citadas, ou outras, devido ao fato delas não abordarem o estudo das funções, o que só passa a ser exigido no ensino médio como mostra o recorte a seguir.

Quadro 14: Parte da Matriz de referência para Avaliação em Matemática – 3º ano do ensino médio Sistema de Avaliação da Educação Brasileira (Saeb)	
Tema III. Números e Operações /Álgebra e Funções	
D14	Identificar a localização de números reais na reta numérica.
D15	Resolver problema que envolva variações proporcionais, diretas ou inversas entre grandezas.
D16	Resolver problema que envolva porcentagem.
D17	Resolver problema que envolva equação de segundo grau.
D18	Reconhecer expressão algébrica que representa uma função a partir de uma tabela.
D19	Resolver problema envolvendo uma função de primeiro grau.
D20	Analisar crescimento/decrescimento, zeros de funções reais apresentadas em gráficos.
D21	Identificar o gráfico que representa uma situação descrita em um texto.
D22	Resolver problema envolvendo PA/PG dada a fórmula do termo geral.
D23	Reconhecer o gráfico de uma função polinomial de primeiro grau por meio de seus coeficientes.
D24	Reconhecer a representação algébrica de uma função do primeiro grau, dado o seu gráfico.
D25	Resolver problemas que envolvam os pontos de máximo ou de mínimo no gráfico de uma função polinomial do segundo grau.
D26	Relacionar as raízes de um polinômio com sua decomposição em fatores do primeiro grau.
D27	Identificar a representação algébrica e/ou gráfica de uma função exponencial.
D28	Identificar a representação algébrica e/ou gráfica de uma função logarítmica reconhecendo-a como inversa da função exponencial.
D29	Resolver problema que envolva função exponencial.
D30	Identificar gráficos de funções trigonométricas (seno, co-seno, tangente) reconhecendo suas propriedades.
D31	Determinar a solução de um sistema linear associando-o a uma matriz.
D32	Resolver o problema de contagem utilizando o princípio multiplicativo ou noções de permutação simples e/ou combinação simples.
D33	Calcular a probabilidade de um evento.
Fonte: http://portal.inep.gov.br/web/saeb/downloads	

O Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) tem como principal objetivo avaliar a Educação Básica brasileira e contribuir para a melhoria de sua qualidade e para a universalização do acesso à escola, oferecendo subsídios concretos para a formulação, reformulação e o monitoramento das políticas públicas voltadas para a Educação Básica, assim como o Sistema Permanente de Avaliação do Estado do Ceará (SPAECE) tem objetivo semelhante no ambiento da educação pública no estado do Ceará. Contudo é importante lembrar o que diz o Plano de Desenvolvimento da Educação sobre matriz de referência:

> A realização de uma avaliação de sistema com amplitude nacional, para ser efetiva, exige a construção de uma matriz de referência que dê transparência e legitimidade ao processo de avaliação, informando aos interessados o que será avaliado. De acordo com os pressupostos teóricos que norteiam os instrumentos de avaliação, a Matriz de Referência é o referencial curricular do que será avaliado em cada disciplina e série, informando as competências e habilidades esperadas dos alunos.
> [...]
> Torna-se necessário ressaltar que as matrizes de referência não englobam todo o currículo escolar. É feito um recorte com base no que é possível aferir por meio do tipo de instrumento de medida utilizado na Prova Brasil e que, ao mesmo tempo, é representativo do que está contemplado nos currículos vigentes no Brasil. (BRASIL, 2008, p. 17)

Portanto as avaliações de larga escala são uma importante ferramenta para a educação brasileira, e até mundial, atualmente, mas suas matrizes de referência não podem ser tomada unicamente na elaboração da proposta pedagógica de uma escola.

As avaliações externas podem, e devem, nos orientar, porém se seguirmos unicamente a matriz de referência de uma dessas, então estaremos negligenciando alguns temas no estudo dos alunos.

Deixar o estudo das funções apenas para o ensino médio pode ser considerado um crime por boa parte dos professores de matemática.

Assim, apresento uma análise do material que os professores de nono ano usam em escolas públicas para familiarizar o aluno no mundo das funções.

Para alertar sobre a importância do livro didático, Lima diz:

> A fim de preparar suas aulas, o professor iniciante vai depender dos livros-texto, dos quais há dois tipos: aqueles escritos por professores como ele, que não aprenderam bem as coisas que estão ensinando e outros, escritos por bem-intencionados professores universitários, que não sabem usar a linguagem acessível aos alunos nem conseguem dosar o grau de abstração e generalidade aceitáveis ao público-alvo. (LIMA, 2007, 156)

Lima preocupa-se com o professor em início de carreira, mas eu estendo essa inquietude com os professores de um modo geral, pois como já comentado em capítulo anterior, muitos são aqueles que têm o planejamento de suas aulas arraigadamente preso ao livro adotado.

Com o objetivo de verificar se os atuais livros didáticos de nono ano continuam seguindo a linha bourbakiana e constatar até onde vai esse domínio, ou se tratam função com os cuidados de Dirichlet ou como Fourier seguem uma noção ampla de relação entre variáveis, foram analisados quinze livros aprovados pelo Ministério de Educação para o Programa Nacional do Livro Didático – PNLD em suas quatro últimas edições para as séries finais do ensino fundamental.

Quadro 15: Livros didáticos de nono ano utilizados na pesquisa	
PNLD 2005	
Livro 1	GIOVANNI, José Ruy; GIOVANNI Jr., José Ruy. **Matemática**: Pensar e descobrir O + novo. 8ª série. São Paulo: FTD, 2002.
Livro 2	GIOVANNI, José Ruy; PARENTE, Eduardo. **Aprendendo Matemática**: Novo. 8ª série. São Paulo: FTD, 2002.
Livro 3	GUELLI, Oscar. **Matemática**: Uma aventura do pensamento. 8ª série. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2005.
Livro 4	LOGEN, Adilson. **Matemática em movimento**. Curitiba: Nova Didática, 2004.
PNLD 2008	
Livro 5	BONJORNO, José Roberto; BONJORNO, Regina Azenha; OLIVARES, Ayrton. **Matemática**: Fazendo a diferença. 9º ano. São Paulo: FTD, 2006.
PNLD 2011	
Livro 6	GIOVANNI Jr., José Ruy; CASTRUCCI, Benedicto. **A conquista da Matemática**: Edição renovada. São Paulo: FTD, 2009.
Livro 7	DANTE, Luiz Roberto. **Tudo é Matemática**. 9º ano. 3ª ed. São Paulo: Ática, 2010.
Livro 8	BIANCHINI, Edwaldo. **Matemática**. 9º ano. 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2006.
Livro 9	IEZZI, Gelson; DOLCE, Osvaldo; MACHADO, Antonio. **Matemática e realidade**. 9º ano. 6ª ed. São Paulo: Saraiva, 2009.
PNLD 2015	
Livro 10	ANDRINI, Álvaro; VASCONCELOS, Maria José. **Praticando Matemática**: Edição renovada. 3ª ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2012.
Livro 11	DANTE, Luiz Roberto. **Projeto Teláris**: Matemática. 9º ano. São Paulo: Ática, 2012.
Livro 12	LOPES, Antonio José. **Projeto Velear**: Matemática. 9º ano. São Paulo: Scipione: 2012
Livro 13	CENTURIÓN, Marília; JAKUBOVIC, José. **Matemática**: Teoria e contexto. 9º ano. São Paulo: Saraiva, 2012.
Livro 14	BIANCHINI, Edwaldo. **Matemática**. 9º ano. 7ª ed. São Paulo: Moderna, 2011.
Livro 15	LEONARDO, Fabio M. de. **Projeto Araribá**: Matemática. 9º ano. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2010.

Para a análise dos livros, as únicas classificações feitas foram quanto ao conceito de função empregado, não sendo feita qualquer distinção quanto à qualidade dos livros, isto é, se estão bem organizados e estruturados, pois o objetivo não foi avaliar o livro didático como um todo, para ao final sugerir um ideal, e sim avaliar como eles auxiliam na formulação do conceito de função.

4.2.1. ANÁLISE QUANTITATIVA

Uma primeira abordagem aos livros didáticos pesquisados é uma análise quantitativa através da verificação dos sumários ou índices deles, afim de constatar o quanto é tratado o estudo das funções.

Veja um recorte de alguns deles e um quadro com o resumo quantitativo dessa verificação

Figura 24: Parte do sumário do livro 1

Unidade 5: A idéia de função

Unidade 6: Função polinomial do 1º grau

Unidade 7: Função polinomial do 2º grau ou Função quadrática

Fonte: GIOVANNI e GIOVANNI Jr, 2002.

Figura 25: Parte do sumário do livro 4

Fonte: LONGEN, 2004.

Figura 26: Parte do sumário do livro 9

Fonte: IEZZI, DOLCE e MACHADO, 2009.

Figura 27: Parte do sumário do livro 7

CAPÍTULO 4

Fonte: DANTE, 2010.

Figura 28: Parte do sumário do livro 12

Fonte: LOPES, 2012

Figura 29: Parte do sumário do livro 15

Fonte: LEONARDO, 2010

Quadro 16: Resumo quantitativo da abordagem ao tema funções nos quinze livros pesquisados			
Livro	Número de páginas do volume	Número de páginas abordando o tema funções	Proporção aproximada entre o nº de páginas abordando funções e o total de páginas
Livro 1	303	28	9,24%
Livro 2	272	41	15,07%
Livro 3	312	62	19,87%
Livro 4	287	25	8,71%
Livro 5	320	39	12,19%
Livro 6	368	50	13,59%
Livro 7	328	33	10,06%
Livro 8	248	32	12,90%
Livro 9	335	59	17,61%
Livro 10	272	37	13,60%
Livro 11	328	36	10,97%
Livro 12	280	23	8,21%
Livro 13	272	40	14,70%
Livro 14	272	35	12,87%
Livro 15	240	33	13,75%
Fonte: Organizado pelos autores do trabalho			

A análise quantitativa foi feita para termos uma ideia geral do espaço dedicado às noções básicas de funções nos livros avaliados, mostrando que eles disponibilizam aproximadamente 12,29% de suas páginas a esse estudo, ou seja, a um esforço considerável, bem como podemos notar que a média ao longo dos tempos é parecida.

Contudo é necessário frisar que ter uma alta proporção entre o número de páginas abordando o tema funções e o total de páginas não implica necessariamente que o livro o faz da melhor forma, muito menos que desenvolve o conceito de função de forma satisfatória, pois ele pode conter um excesso de formalismo e/ou páginas desnecessárias.

Como nossos objetivos estão ligados à identificação de como os livros podem possibilitar uma abordagem interdisciplinar para a construção do conceito de função, essa análise quantitativa serviu apenas para ilustrar o esforço dedicado ao tema, sendo que uma análise qualitativa é mais indicada nesses casos, e através dela foram constatados alguns fatos relevantes, os quais serão expostos nas próximas secções.

4.2.2. ANÁLISE DOS QUATRO LIVROS QUE PARTICIPARAM DO PNLD 2005 E DO LIVRO QUE PARTICIPOU DO PNLD 2008

Entre os cinco livros (PNLD 2005 e PNLD 2008), temos dois que não apresentam uma definição explicita para função, são eles os livros 1 e 4, os quais buscam a construção do conceito de função através de exemplos, tomando a ideia de função como dependência entre variáveis.

O livro 1 concentrou suas forças na quantidade de temas sobre o assunto, formulando a ideia de função, com apenas dois exemplos detalhados, quatro sem detalhes e uma lista com nove exercícios.

O primeiro exemplo sobre funções do livro trata de uma série de experiências meteorológicas com balão, o que poderia render tema para um trabalho interdisciplinar, tratando desde as diferentes formas de empregar a palavra balão até a análise de resultados de ciências empíricas, passando pela influência social das condições climáticas, contudo o livro não faz menção alguma sobre uma abordagem deste tipo.

O segundo exemplo, que trata da mensalidade de um plano de Internet e inclusive já aborda a ideia de lei de formação, segue a mesma metodologia do primeiro, isto é, não aproveita as possibilidades para o trato interdisciplinar, não aproveitando bem dois temas que podem envolver bastante os adolescente, Internet e finanças, se limitando a uma abordagem puramente matemática.

O diferencial entre o livro 1 e o livro 4 é que esse último, que inicia sua abordagem citando que "o conceito de função é muito mais que uma ideia abstrata de matemáticos" (LOGEN, 2004, p. 231), embora tenha apenas um exemplo detalhado a mais que o primeiro, esmiúça bem mais esses detalhes.

A riqueza de exemplos poderia ser uma ajuda para o desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar, visto que sua variedade poderia despertar diferentes projetos, porém ele segue a estratégia do livro 1 e em nenhum dos modelos adota diretamente ou sugere uma prática interdisciplinar. É interessante citar também que a versão para professor do livro 4 possui um manual para o professor de 103 páginas, entre as quais 72 estão dedicadas a temas como avaliação, rumos do estudo da matemática e parâmetros curriculares nacionais, mas em momento algum dedica algum esforço sobre interdisciplinaridade, a não ser por ter estampada a capa do livro "Práticas interdisciplinares na escola" organizado por Ivani Fazenda após citar três livros sobre avaliação a serem lidos.

Continuando, os modelos iniciais do livro 4 são seguidos de alguns exercícios e depois mais outro exemplo, que a seguir leva a novos exercícios, para só depois ir para o estudo dos gráficos, último tema abordado no capítulo sobre funções.

Enquanto o livro 4 mostra um cuidado maior com a construção da noção de função, o livro 1 tem uma abrangência maior sobre o estudo das funções, onde organiza os capítulos intercalando o assunto com o estudo da geometria, contudo sem fazer um entrelaçamento entre os assuntos.

Por sua vez, os outros três livros tem em sua essência a definição de Bourbaki, ainda que o livro 2, possua o autor José Ruy Giovanni em comum com o livro 1, que não seguiu a filosofia da Matemática Moderna.

O livro 3, numa secção de apenas 4 frases curtas e uma página só, chamada “A vida e a matemática” afirma “as funções são a linguagem do movimento na Matemática, na Física e em outras ciências” (GUELLI, 2005, p. 147) depois apresenta dois gráficos e conduz para a secção “Funções”, na qual através de um exemplo direciona para a organização de pares coordenados, plano cartesiano, diagramas de Venn, uma definição ao estilo bourbakiano “Uma função de A em B é uma relação que associa a todo elemento de A um único elemento de B” (GUELLI, 2005, p. 150) e uma lista de exercícios. Continuando ele trás uma secção sobre notações com duas páginas de teoria e uma página de exercícios e uma secção de quatro páginas sobre a função polinomial do 1º. Depois apresenta uma explicação e três exercícios sobre sistema de equações do 1º grau, oito páginas sobre a função polinomial do 2º grau, abordando também o gráfico delas, e concluiu com outra rápida abordagem ao sistema de equações. Assim, o livro trata o estudo das funções de forma acelerada e com o formalismo da Matemática Moderna.

Os livros 2 e 5 dedicam um estudo inicial ao desenvolvimento da noção de função como a dependência de variáveis, com alguns exemplos e exercícios diversificados, os quais também poderiam ser utilizados pelo professor para projetos interdisciplinares, devido abordarem temas diversos e práticos. Contudo a única menção a uma ideia interdisciplinar é quando o livro 5 cita: “As funções também são utilizadas na Física, na Química, na Biologia, entre outras ciências.” (BONJORNO, J.R., BONJORNO, R.A. e OLIVARES, 2006, p. 82).

Ao invés disso, o que temos é as obras deixando rapidamente a noção de variação de grandezas e definindo função aos moldes de Bourbaki, como por exemplo: “Sejam A e B dois conjuntos não-vazios, temos uma *função* de A em B quando a cada elemento x do conjunto A está associado um *único* elemento y do conjunto B. Indicamos uma função *f* de A em B por $f : A \to B$.” (GIOVANNI e PARENTE, 2002, p. 149).

4.2.3. ANÁLISE DOS QUATRO LIVROS QUE PARTICIPARAM DO PNLD 2011

Com o passar dos anos, e o poderio da Matemática Moderna ficando cada vez mais distante era esperado que os autores de livros didáticos deixassem a definição bourbakiana para funções de lado e se detivessem mais ao método como o conceito é formulado pelos alunos.

Contudo, dois dos quatro livros analisados desse grupo ainda se firmavam no ideário do grupo de famoso pseudônimo.

O livro 6, que entre os quinze pesquisados é o mais volumoso, porém não é o que faz maior abordagem ao estudo da função, título que ficou com o livro 3, inicia sua abordagem às funções numa unidade intitulada "Função Polinomial do 1º grau" citando resumidamente quatro exemplos como "O preço que se paga por uma ligação telefônica é dado em função do tempo que se fala ao telefone." (GIOVANNI Jr e CASTRUCCI, 2009, p. 146) e a seguir já vai para o primeiro capítulo desta unidade, onde trabalha em oito páginas o Sistema de Coordenadas Cartesianas.

No capítulo seguinte, "A noção de função", ele detalha dois exemplos para estabelecer a ideia de função, um sobre a compra de canetas e o outro sobre o valor pago num plano de assinatura de Internet. Aqui abro um parêntese em nossa discussão para lembrar um fato curioso quando, anos atrás, trabalhei com o livro e uma aluna questionou que esse primeiro exemplo era muito "*sem noção*", pois nele uma caneta custava R$ 30,00.

Os dois exemplos iniciam com a construção de uma tabela para trabalhar a relação entre grandezas e por fim implementam um pouco do formalismo de Dirichlet ao usar afirmações como "Para cada valor de x está associado um único valor de y." (GIOVANNI Jr e CASTRUCCI, 2009, p. 155). A seguir vem uma lista de doze exercícios baseados em variadas situações-problema e um pequeno texto sobre a relação entre as escalas de temperatura Celsius e Fahrenheit. Exemplos, exercícios e texto que poderiam também instigar temas para uma atividade interdisciplinar, devido à diversidade e amplitude de temas. Conclui o capítulo, abordando as definições de domínio e imagem de uma função, onde passa a usar noções bourbakianas, veja:

> O conjunto de valores que a variável x pode assumir chama-se **domínio da função** e é indicado por **D**. O valor da variável y correspondente a um determinado valor de x é chamado de **imagem** do número x dado pela função. O conjunto formado por todos os valores de y que correspondem a algum x do domínio é chamado conjunto imagem da função e é indicado por Im. (GIOVANNI Jr, 2009, p. 159)

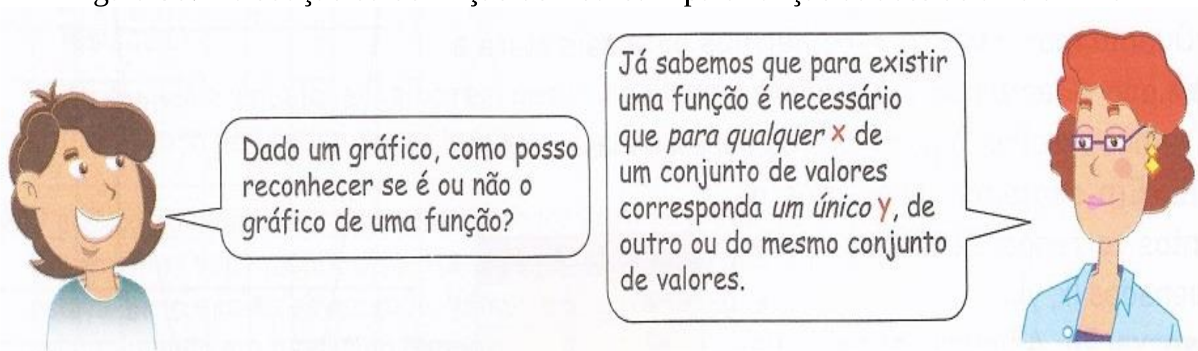
A seguir, o livro trás 4 exemplos puramente matemáticos para a assimilação das definições de domínio e imagem, e já vem o próximo capítulo para tratar das funções polinomiais do 1º grau. Ou seja, o livro traz outros exemplos e textos, como um sobre os efeitos da ingestão de bebida alcoólica, que poderiam despertar um trabalho interdisciplinar, ainda que não detalhe essa prática, contudo a atenção à construção do conceito de função não ocorre mais.

O livro 7 segue um esquema muito parecido com o do livro anterior, a exceção de não minudenciar o Sistema Cartesiano.

Introduz o capítulo “Explorando a ideia de função”, detalhando um exemplo sobre o preço pago para abastecer um carro, onde apresenta a noção de lei de função. Depois vem a secção 1 – A ideia intuitiva de função, quando cita seis exemplos e detalha outro, incluindo as noções de variável, variável dependente e variável independente, seguidas de dois exercícios, a introdução da representação via gráficos e outros bem estruturados quinze exercícios, sendo que em um deles insere os princípios de Dirichlet: “Atenção! Em uma função que ‘leva’ x em y, a cada x sempre corresponde um *único* y, mas nem sempre a cada y corresponde um único x.” (DANTE, 2010, p. 85).

A segunda secção trata sobre a construção de gráficos de funções e a definição de “zeros de uma função”. Nesse meio tempo, após dois exemplos sobre gráficos e quatro exercícios sobre gráficos e/ou zero da função, e antes de propor novos cinco problemas envolvendo o conceito de função, o livro mostra a figura a seguir.

Figura 30: Introdução da definição de Bourbaki para função através de uma tirinha I



Fonte: DANTE, 2010, p. 88.

Desta forma os dois livros, ainda que apresentem a noção de função como ligação entre variáveis, passando depois para os cuidados de Dirichlet, o fazem em poucas páginas e logo se voltam para os costumes da Matemática Moderna sobre funções.

Passando para os livros 8 e 9, embora exista uma diferença de três anos entre seus anos de publicação, eles são outros a seguirem um mesmo padrão. Ambos iniciam o estudo das funções com um exemplo bem detalhado, no caso, sobre mensalidades de televisões a cabo e exercícios físicos diários, respectivamente. Logo a seguir apresentam e desenvolvem o conceito de função segundo Dirichlet, "Dizemos que a grandeza y é função da grandeza x se há entre elas uma correspondência tal que, para cada valor de x, exista um único valor de y." (BIANCHINI, 2006, p. 166) e "Quando há correspondência entre duas grandezas x e y, de modo que para cada valor de x fica determinado um único valor de y, dizemos que y é *função* de x." (IEZZI, DOLCE e MACHADO, 2009, p. 251), quando incluem a ideia de lei da função, e concluem a secção com uma lista de nove ou dez exercícios.

Após apresentarem algumas notações, os dois livros trabalham a representação gráfica de uma função, sem se ater a grandes detalhes sobre o sistema cartesiano, onde o livro oito faz uso do sistema cartesiano sem dispor de explicações sobre ele e o livro nove apresenta apenas as ideias de ordenadas e quadrantes.

E ainda, um fato a ser comentado é que antes de entrarem no estudo dos gráficos os livros procuram de forma modesta diversificar sua abordagem. Enquanto o livro 8 traz um exercício sobre construção de mapas e o texto "A Matemática na História", apresenta um resumo bem organizado sobre o desenvolvimento do estudos das funções, o livro 9 nos brinda com uma questão desafio, por meio de uma situação-problema sobre conta de água.

> Jaiminho mora na cidade de Porto Azul. Em Porto Azul a conta de água de toda casa tem valor mínimo de R$ 9,00 e dá direito ao uso de até 10 m^3 de água.
> Para estimular a economia no consumo de água, a prefeitura e a companhia de saneamento local estabeleceram que quando o consumo ultrapassar essa medida, não acrescentados R$ 2,00 por m^3, para os primeiros 10 m^3 excedentes; R$ 3,00 por m^3, para os próximos 10 m^3 excedentes; R$ 5,00 por m^3, para o consumo que ultrapassar 30 m^3. Na casa de Jaiminho o valor da conta foi de R$ 53,00. Quantos metros cúbicos de água eles consumiram naquele mês? ((IEZZI, DOLCE e MACHADO, 2009, p. 254)

A seguir, ambos livros iniciam o estudo da função polinomial do 1º grau, quando também possuem exemplos que envolvem a noção de função como correspondência de grandezas.

Verificamos assim, que nesse período os livros didáticos ainda se dividiam entre aqueles que seguiam ou não a definição de Bourbaki para função, porém também era notável que já buscavam seguir o ideário de Dirichlet. E ainda, que embora não desenvolvessem um projeto interdisciplinar quando trabalhavam o conceito de função, nem ao menos sugerissem um trabalho com essa linha de visão, eles traziam exemplos que dependendo do professor poderia ser um estímulo a atividades interdisciplinares.

4.2.4. ANÁLISE DOS SEIS LIVROS QUE PARTICIPARAM DO PNLD 2015

Alguém pode julgar erroneamente que a escolha dos livros didáticos a serem analisados para essa pesquisa não foi aleatória, pois mais uma vez encontramos uma divisão igualitária entre aqueles que explicitamente seguem a teoria bourbakiana e os que não seguem. Contudo afirmamos que fora utilizados os livros que estavam disponível mais facilmente e o único critério utilizado para escolhê-los foi terem participado de alguma edição do Programa Nacional do Livro Didático.

O livro 10 inicia o estudo das funções da seguinte forma:

> A quantidade de combustível consumida por um automóvel é função da distância que ele percorre.
> Nessa afirmação e em outras presentes em nosso dia a dia, usamos a expressão “ é função de” para mostrar que a quantidade de combustível depende do número de quilômetros rodados pelo automóvel.
> Mas o que é função? Já percebemos a ligação entre a palavra **função** e a relação de interdependência entre os valores de grandezas.
> Vamos descobrir mais? (ANDRINI e VASCONCELOS, 2012, p. 95)

Depois ele apresenta um exemplo, onde fala de lei de formação, e já parte para o diagrama de Venn, os pares ordenados e a definição de Bourbaki;

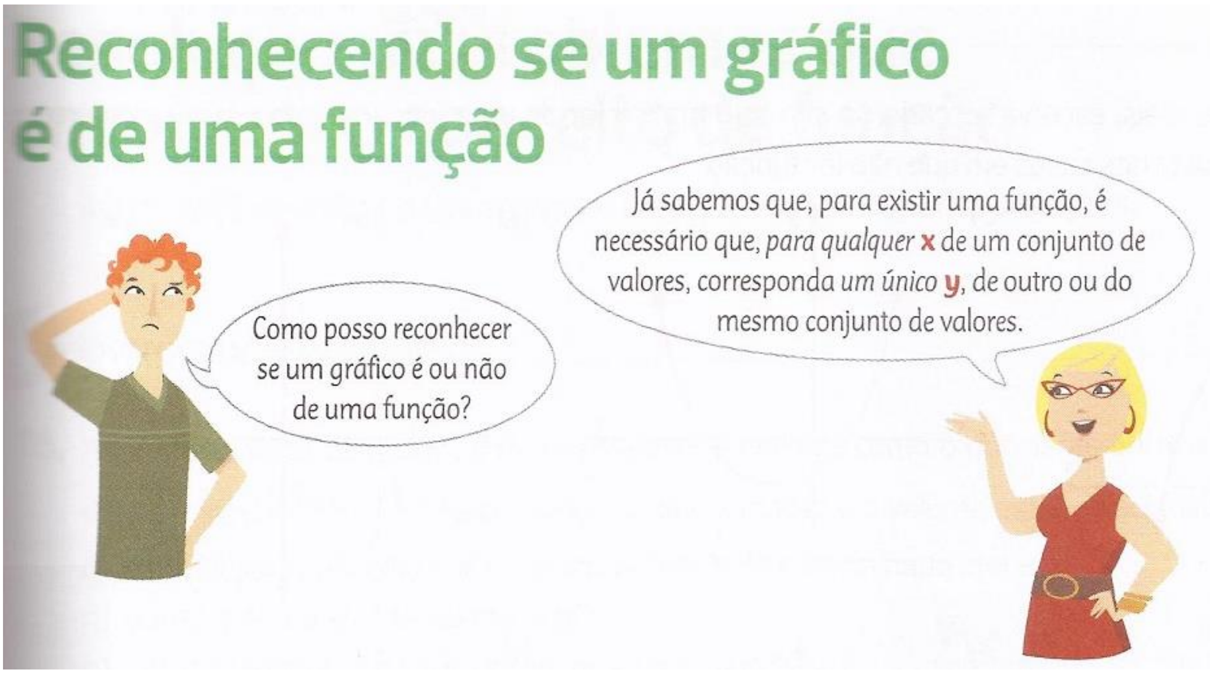
> Para que tenhamos uma função é preciso
> - estabelecer dois conjuntos: um primeiro conjunto, do qual tomaremos os valores de x, e um segundo, no qual encontraremos os valões correspondentes de y;
> - haver uma relação entre x e y de forma que a cada x tomado no primeiro conjunto corresponda um único y no segundo conjunto.(ANDRINI e VASCONCELOS, 2012, p. 97)

Com a continuidade o livro traz a noção de domínio e imagem, além de outros exemplos, tabelas, textos e exercícios interessantes, onde o aluno poderia desenvolver a ideia de função através da relação entre grandezas variáveis, contudo logo no princípio já abordada a sobrecarga de Bourbaki.

Os temas abordados nos exemplos e exercícios são bem diversos, indo desde uma questão da OBMEP – Olímpiada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas, onde um suposto papagaio faz contas fantásticas, passando por doses de remédios em crianças e tratando até de preços em parques de diversão, entre outros. Ou seja, é outro livro cuja diversidade dos temas pode ser uma facilitadora na possibilidade do lidar interdisciplinar, embora o livro, assim como outros já discutidos, não desenvolva ou proponha atividades interdisciplinares.

Por sua vez, o livro 11, ainda que possua exemplos interessantes e textos para um estudo diversificado, dando margem a uma abertura interdisciplinar, segue a princípio o esquema do livro 7, do mesmo autor, ao tratar a noção de função como correspondência entre grandezas, evoluindo para o rigor de Dirichlet e por fim tomando a definição de Bourbaki, chegando a ter, para isso, uma figura semelhante à do outro livro.

Figura 31: Introdução da definição de Bourbaki para função através de uma tirinha II



Fonte: DANTE, 2012, p. 79.

O livro 12, antes de tratar dos estudos das funções propriamente dito já aborda a ideia de lei de formação, como por exemplo, com dois textos que apresenta antes dos exercícios que finalizam o capítulo anterior, pois em um deles onde fala de aplicações das equações do 2º grau à Física, usa a ideia de lei de formação, e no outro relaciona diagonais de um polígono com uma série de apertos de mão.

Ao iniciar o capítulo "Introdução às funções" ele trata sobre o uso de modelos em Matemática, trabalhando com riqueza de exemplos as fórmulas, tabelas e gráficos para construir o conceito de função. Eis que na 13ª página desse estudo, numa secção chamada "Função: primeiras ideias" apresenta a seguinte definição: "Chama-se função de um conjunto A em um conjunto B, conhecidos, qualquer relação entre esses conjuntos que faça corresponder a cada elemento de A um único elemento de B." (LOPES, 2012, p.175). Ou seja, não conseguiu fugir de Bourbaki.

Já o livro 13 não exibe explicitamente a definição bourbakiana, mas mostra certos resquícios dela, como por exemplo, ao expor um diagrama e a seguir tecer o seguinte comentário: "O diagrama apresenta, no conjunto A, os números ditos pelo professor e, no conjunto B, as respostas dos alunos. Apresenta também como os números de A e de B se associam. Essa associação é uma função, e o conjunto A é o domínio dessa função." (CENTURIÓN e JAKUBOVIC, 2012, p. 189), isso seguido da estruturação do conceito via relação de variáveis e certas menções a pares ordenados.

Assim, não temos o formalismo da Matemática Moderna às claras, porém é fácil identificar certa linha de pensamento nesse sentido. Continuando, o capítulo apresenta mais dois exemplos com o conceito seguindo a ideia de correspondência entre variáveis, mas também com nuances bourbakianas implícitas, sendo que logo encerra com uma lista de dezoito bons exercícios que não inquerem sobre questões bourbakianas.

Por outro lado, o livro 14 é um belo exemplo de como seguir o ideário de Dirichlet. Porém não precisarei de muitas linhas para descrever como ele trata as funções, pois ele é uma nova edição do livro 8, e no tocante ao estudo das funções, o faz tal qual a edição anterior, mudando apenas parte da formatação, o que pode ser usado para exemplificar a teoria de que diversos autores reformulam suas coleções, porém mantêm a maneira de lidar com certos conceitos e definições imutáveis.

Por fim, temos o livro 15 que inicia com um texto sobre a camada do pré-sal que poderia desencadear uma boa atividade interdisciplinar.

> **A camada do pré-sal**
> A camada do pré-sal tem esse nome porque as rochas de onde serão extraídos óleo e gás estão abaixo de uma barreira de sal de até 2km de espessura, situada a cerca de 5km sob a superfície do oceano. Sua origem está no início do processo de separação dos continentes, quando o que era um imenso lago começou a ser oceano (hoje Atlântico Sul). A decomposição de micro-organismos nesse lago, a pressão do sal acumulado em sucessivos períodos de evaporação e a pressão da massa da água sobre ele, durante milhões de anos, deram origem a um depósito de óleo de alta qualidade na região que vai do litoral do Espírito Santo até o estado de Santa Catarina.
> Entre depósitos de óleo e de gás dessa região, estima-se que o volume de produção de barris de petróleo, apenas na área de acumulação de Tupi, na bacia de Santos, atingirá de 5 a 8 bilhões de barris, valores que, se confirmados, classificariam esse campo como o maior descoberto no mundo desde o ano 2000.
> (LEONARDO, 2010, p. 129)

Figura 32: Texto introdutório ao estudo de funções do livro 15

Fonte: LEONARDO, 2010, p. 128 e 129.

O estudo, que poderia ser promissor, acabou efetivando-se resumido. Ele inicia com um bom exemplo sobre preço do petróleo tomando o conceito de função segundo a correspondência de grandezas, depois apresenta outro sobre polígonos para trabalhar a lei de formação da função e após expor ideias sobre variáveis já propõe dois exercícios.

Continuando, trabalha uma página sobre a notação f(x) e o valor de uma função, sugere outros quatro exercícios e detém algum cuidado com a representação gráfica de função quando, antes de propor outros cinco para finalizar a unidade apresenta a seguinte figura:

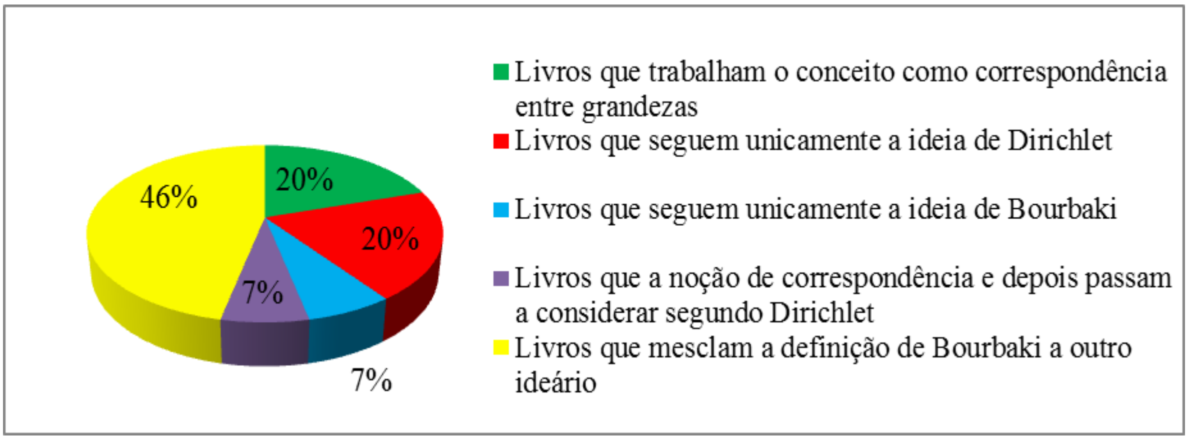
Figura 33: Figura de um exemplo do livro 15 que segue o rigor de Dirichlet

Fonte: LEONARDO, 2010, p 136

4.2.5. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A ANÁLISE DOS QUINZE LIVROS

Como um todo, tomando os quinze livros didáticos abordados, a definição de Bourbaki exerce grande influência. Veja o quadro a seguir.

Gráfico 1: Abordagem dos quinze livros sobre a formulação do conceito de função



Fonte: Elaborado pelos autores

Pode parecer contraditório dizer que o ensino de função está intimamente ligado à definição de Bourbaki, visto que somente sete por cento, isto é, um livro, usa tal definição isoladamente. Contudo ela está presente em outros sete livros, fazendo com que mais da metade, 53%, dediquem-se de forma preocupante às noções bourbakianas de função como conjunto de pares ordenados, ainda que se apoie, em algum momento, a outros conceitos. O preocupante desta abordagem é que o professor pode limitar-se e penetrar unicamente nas ideias questionáveis da Matemática Moderna, por ser muito mais cômodo trabalhar de uma mesma forma mais tradicional. Tal comodismo pode resultar em absurdos, ao não utilizar outras fontes para confirmar ou corrigir certas interpretações.

Por sua vez, é preciso fazer uma interpretação em blocos por tempo, pois isso mostra como as abordagens ao conceito estão evoluindo. No caso dos livros didáticos analisados, verificamos que o estudo do conceito de função no primeiro bloco (2005 e 2008) temos a supremacia da definição de Bourbaki, no segundo grupo (2011) encontramos o rigor de Dirichlet e no último temos uma mistura entre o uso das ideias da Matemática Moderna e trabalhar com funções seguindo a correspondência entre grandezas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, os entraves enfrentados pela Matemática vêm desde o início do ensino como um todo e persistiu ao longo dos tempos devido a fatores diferentes, mas ligados entre si. Por sua vez, ao passo que a Matemática acadêmica brasileira evoluiu, possibilitando centros de pesquisa e matemáticos com destaque internacional, o ensino da disciplina a nível básico não acompanhou tal progresso.

Um descompasso, impregnado de preconceito nas mais diferentes instâncias, tem entre seus motivos a supervalorização das humanidades clássicas nos primórdios do ensino, a falta de livros e insegurança dos professores à época do Primeiro Movimento Internacional para a Modernização e a falta de cuidado na implementação das ideias bourbakianas, bem como ao excesso axiomático e à forte influência estrangeira nestas ideias.

Desta forma advogo que a superação dos problemas enfrentados pelo ensino da Matemática no Brasil está condicionada a um maior debate entre os diversos profissionais da educação. Cito debate em sua forma mais ampla. Refiro-me a congressos com um público amplo, nos quais há participação de pesquisadores de universidades e de professores das salas de aula da educação básica, bem como de educadores matemáticos e matemáticos puros. Simpósios onde cada um, dentro de sua experiência e especialidade, lançará mão da modéstia em busca do elo das opiniões a favor da educação, visto que o progresso do ensino da Matemática pode ser atingido na união indissociável entre conteúdo, metodologia e relacionamento.

Tal abertura é característica da interdisciplinaridade, que defendo como um dos facilitadores do ensino. E para tanto, concordo com Japiassu ao dizer que "Interdisciplinaridade é algo a ser vivido" e com Ivani Fazenda que defende Interdisciplinaridade como uma questão de atitude. A interdisciplinaridade é uma metodologia crítica, em que quaisquer conhecimentos têm igual valor. Desta forma o conhecimento é desenvolvido através do estudo da realidade dos envolvidos, sendo assim é inquestionável a necessidade de domínio do seu conteúdo específico.

Por sua vez, frente ao despreparo dos professores, defendo que um caminho para a interdisciplinaridade seja a pluridisciplinaridade. Como princípio, visto que proporciona um envolvimento maior, deve ocorrer um trabalho entre disciplinas afins, para a seguir, quando os profissionais tiverem uma maior segurança, relacionar áreas mais diversas.

Seguindo o raciocínio de introdução ao trabalho interdisciplinar, o uso da metodologia de projetos mostra-se vantajosa, pois um dos objetivos principais desta é proporcionar o envolvimento de alunos e professores numa atividade de pesquisa, em que eles devem coletar, investigar, interpretar, criticar, e divulgar situações diversas.

A respeito do estudo das funções, se comparados a alguns temas matemáticos, sabemos que é um tema não muito antigo. Contudo o papel deste nos currículos foi menosprezado em sua essência. O emprego das funções nos currículos escolares deve ser considerado segundo três vertentes: a natureza algébrica ou mais funcional da abordagem, a sua generalidade e a sua aplicabilidade a problemas e situações da vida real e das outras ciências. No início do século XX, Felix Klein (1908 – 1945) já anunciava a necessidade da presença da noção de função no ensino de Matemática, contudo em nossa atual educação básica, tal noção tem muitas vezes posição em segundo plano nos currículos de Matemática.

Para o conceito de função, concordo com Lima que diz: “Um exemplo fragrante da falta de objetividade (...) é a definição de função como um conjunto de pares ordenados.” (LIMA, 2007, p. 141). Contudo, faz-se necessário ampliá-lo, ao usar a palavra “correspondência” na seguinte citação:

> Além do mais, a definição de função como uma correspondência é muito mais simples, mais intuitiva e mais acessível ao entendimento do que a outra, que usa uma série de conceitos preliminares, como produtos cartesianos, relação binária, etc. Por isso mesmo ela é utilizada por todos, exceto os autores de livros didáticos brasileiros. (LIMA, 2007, p. 142).

Para desenvolver a noção de função de maneira mais proveitosa defendo a correspondência entre grandezas de forma minuciosa, eliminando da educação básica a definição de Bourbaki e dando menor ênfase ao rigor de Dirichlet durante o ensino fundamental, uma exatidão que seria tratada no ensino médio quando o aluno estiver hábil no estudo de fenômenos com dependência entre variáveis, o qual merece maior enfoque, onde mostra-se preciso as outras ciências e o censo comum.

Primo, na educação básica, por trabalhar com a maior riqueza de detalhes possíveis as mais diferentes grandezas e fenômenos, aproveitando os exemplos encontrados nos livros do ensino fundamental para desenvolver trabalhos interdisciplinares, ainda que os livros-texto não sugiram. Lembrando que tal adoção não causaria deficiência nos estudos dos alunos de um modo geral, pois se sustenta sob a visão de diversos autores que defendem a introdução da abordagem de função como conjunto de pares ordenados apenas em algumas disciplinas de graduação, como no curso de Análise ou de Topologia para os bacharéis e licenciados em Matemática.

REFERÊNCIAS

ALVES, Adriana. Interdisciplinaridade e Matemática. In: FAZENDA, Ivani Catarina Arantes (org). **Didática e Interdisciplinaridade.** 13ª ed. Coleção Praxis. Campinas: Papirus, 2008. p. 97 – 111.

ANDRINI, Álvaro; VASCONCELOS, Maria José. **Praticando Matemática**: Edição renovada. 3ª ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2012.

AZEVEDO, Fernando. **A cultura brasileira.** São Paulo: Melhoramentos, 1871.

BARTHES, Roland. Jovens Pesquisadores. In: BARTHES, Roland. **O rumor da língua**. São Paulo: Brasiliense, 1988. p. 96 – 102.

BIANCHINI, Edwaldo. **Matemática**. 9º ano. 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2006.

BIANCHINI, Edwaldo. **Matemática**. 9º ano. 7ª ed. São Paulo: Moderna, 2011.

BONJORNO, José Roberto; BONJORNO, Regina Azenha; OLIVARES, Ayrton. **Matemática**: Fazendo a diferença. 9º ano. São Paulo: FTD, 2006.

BOYER, Carl B. **História da Matemática.** Tradução: Elza F. Gomide. 10ª reimpressão. São Paulo: Edgard Blücher, 1993.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Lei número 9394, de 20 de fevereiro de 1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – Matemática. Brasília: MEC, SEF, 1998. 148 p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: MEC, 2000. 109 p.

BRASIL. **PDE:** Plano de desenvolvimento da Educação: SAEB. Brasília: MEC, SEB, Inep, 2008. 127 p.

CENTURIÓN, Marília; JAKUBOVIC, José. **Matemática**: Teoria e contexto. 9º ano. São Paulo: Saraiva, 2012.

COMTE, August. Discurso sobre o Espírito Positivo Trad. José Arthur Giannotti. In: CIVITA, Victor. **Comte:** Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1978. p. 114 – 227.

CRUZ, Paulo Jakson Dias. **Uma visão interdisciplinar do conceito de função**. Monografia (Especialização em Ensino de Matemática) Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2005.

DANTE, Luiz Roberto. **Projeto Teláris**: Matemática. 9º ano. São Paulo: Ática, 2012.

__________________. **Tudo é Matemática**. 9º ano. 3ª ed. São Paulo: Ática, 2010.

D'AMBROSIO, Ubiratan. A Educação Matemática na década de 1990: Perspectivas e desafios. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, I, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Atual, 1987, 164 p. p. 3 – 10.

_____________________. Etnomatemática: um programa. **Educação Matemática em Revista.** Ano I, n. 1. Blumenau: SBEM – FURB, p. 5 a 11, 1993.

______________________ **Educação Matemática:** Da teoria à prática. 2ª ed. Campinas: Papirus, 1997.

______________________. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. In: **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 1, São Paulo, p. 99 – 120, jan./abr. 2005.

EVES, Howard. **Introdução à História da Matemática.** Tradução: Hygino H. Domingues. Campinas: UNICAMP, 2004.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Integração e Interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro:** Efetividade ou Ideologia. 6ª ed. São Paulo: Loyola, 2011.

________________________________ (org). **Didática e Interdisciplinaridade.** 13ª ed. Campinas: Papirus, 2008a.

________________________________ (org). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008b.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Mini Aurélio Século XXI**: O minidicionário da língua portuguesa. 2ª ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

GIOVANNI, José Ruy; GIOVANNI Jr., José Ruy. **Matemática**: Pensar e descobrir O + novo. 8ª série. São Paulo: FTD, 2002.

GIOVANNI, José Ruy; PARENTE, Eduardo. **Aprendendo Matemática**: Novo. 8ª série. São Paulo: FTD, 2002.

GIOVANNI Jr., José Ruy; CASTRUCCI, Benedicto. **A conquista da Matemática**: Edição renovada. São Paulo: FTD, 2009.

GOMES, Maria Laura Magalhães. **História do Ensino de Matemática:** uma introdução. Belo Horizonte: CAED, 2012.

GUELLI, Oscar. **Matemática**: Uma aventura do pensamento. 8ª série. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2005.

IEZZI, Gelson; DOLCE, Osvaldo; MACHADO, Antonio. **Matemática e realidade**. 9º ano. 6ª ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber.** Rio de Janeiro: Imago, 1976.

LEONARDO, Fabio M. de. **Projeto Araribá**: Matemática. 9º ano. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2010.

LENOIR, Yves. Didática e interdisciplinaridade: Uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, Ivani Catarina Arantes (org). **Didática e Interdisciplinaridade.** 13ª ed. Coleção Praxis. Campinas: Papirus, 2008. p. 45 – 76.

LIMA, Elon Lages. **Matemática e Ensino**. 3ª ed. Rio de Janeiro: SBM, 2007

LOGEN, Adilson. **Matemática em movimento**. Curitiba: Nova Didática, 2004.

LOPES, Antonio José. **Projeto Velear**: Matemática. 9º ano. São Paulo: Scipione: 2012

LOPES, Maria Laura Mouzinho Leite. Herbert Fremont: o ensino de Matemática através de suas aplicações. **Revista do Professor de Matemática**. n. 5. São Paulo: Sociedade Brasileira de Matemática, p. 28 a 31, 2º semestre de 1984.

MACHADO, Nilson José. Interdisciplinaridade e Matemática. **Pro–posições.** v. 4, n. 1[10]. [S. L.], p. 24 a 34, março de 1993.

_______________________. **Matemática e realidade.** 3ª ed. São Paulo: Cortez, 1994.

_______________________. **Educação**: Projetos e Valores. 6ª edição. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

MACIEL, Lizete S. B.; SHIGUNOV Neto, Alexandre. A educação brasileira no período pombalino: uma análise histórica das reformas pombalinas do ensino. In: **Educação e pesquisa**. v. 32, n. 3, p. 465-476, set./dez 2006.

MIORIM, Maria Ângela. **Introdução à História da Educação Matemática.** São Paulo: Atual, 1998.

OLIVEIRA, Nanci de. **Conceito de função:** Uma abordagem no processo ensino-aprendizagem. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Sao Paulo, 1997.

PAPERT, Seymour. **Logo**: Computadores e Educação. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

PIRES, Célia M. C. Currículos de matemática: da organização linear à ideia de rede. São Paulo: FTD, 2000.

PONTE, João Pedro da. **O conceito de função no currículo de matemática.** Educação e Matemática. n. 15, [S. L.], p. 3 a 9, 1990.

SAVIANI, Dermeval. **História das ideias pedagógicas no Brasil.** 3ª ed. Campinas: Autores associados, 2010.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Globalização e Interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artes, 1998.

SILVA, Geraldo Bastos. **A educação secundária**: perspectiva histórica e teórica. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1969. v.94. (Atualidades Pedagógicas).

SILVA, Delcio Barros da. **A interdisciplinaridade ao alcance da escola.** Disponível em http://coral.ufsm.br/lec/01_01/DelcioLC5.htm último acesso em 11/08/2015

TOFFLER, Alvim. **O choque do futuro.** Tradução: Eduardo Francisco Alves. 4ª ed. São Paulo: Record, 1970.

http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/fontes_escritas/3_Imperio/regulamento%20n.%208%20-1838%20%20estatutos%20para%20o%20col%20pedro%20ii.pdf último acesso em 11/08/2015

ANEXO

ALGUNS DOS ESTUDIOSOS QUE CONTRIBUÍRAM DIRETA OU INDIRETAMENTE PARA A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE FUNÇÃO

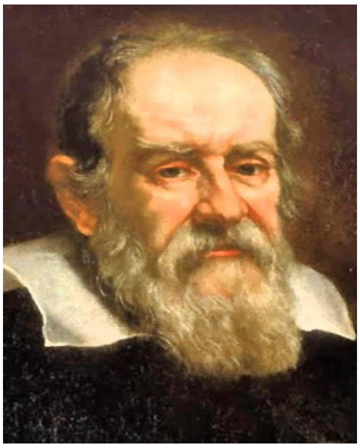
Nicole d' Oresme

(1323 – 1382)

François Viète

(1540 – 1603)

Galileo Galilei



(1564 – 1642)

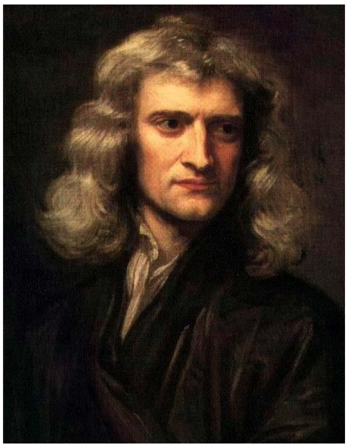
René Descartes

(1596 – 1650)

Pierre de Fermat

(1601 – 1665)

Isaac Newton

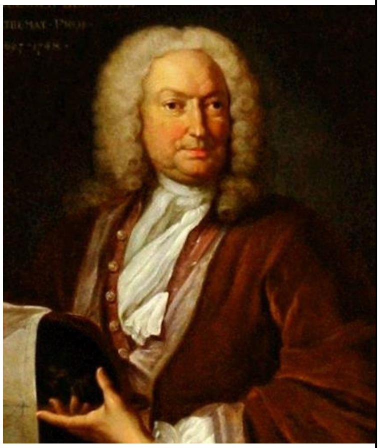


(1642 – 1727)

Gottfried W. von Leibniz

(1646 – 1716)

Johann Bernoulli

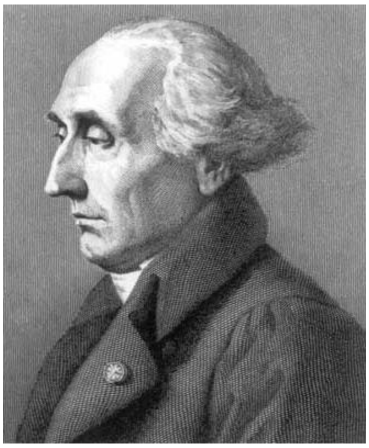


(1667 – 1748)

Leonhard Euler

(1707 – 1783)

Joseph-Louis Lagrange



(1736 – 1813)

Joseph Fourier

(1768 – 1830)

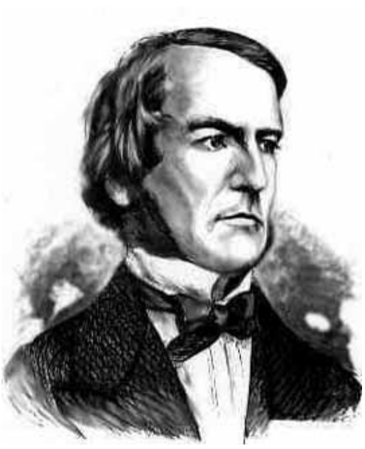
Augustin–Louis Cauchy

(1789 – 1857)

Lejeune Dirichlet

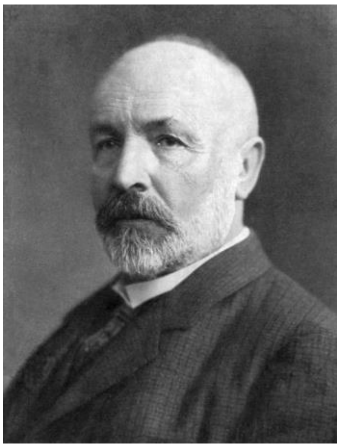
(1805 – 1859)

George Boole



(1815 – 1864)

Georg F. L. Philipp Cantor



(1845 – 1918)

George Gabriel Stokes

(1826 – 1866)

Georg Friedrich B. Riemann

(1819 – 1903)

Julius W. Richard Dedekind

(1831 – 1916)

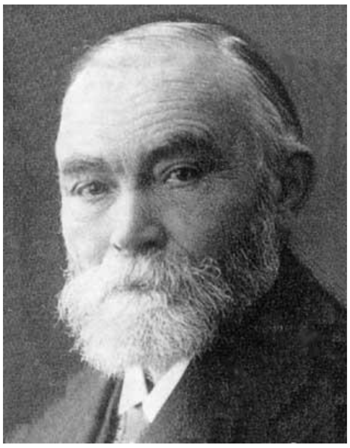
Hermann Hankel

(1839 – 1873)

Jules Tannery

(1848 – 1910)

Friedrich L. Gottlob Frege



(1848 – 1925)

Giuseppe Peano

(1858 – 1932)

Godfrey Harold Hardy

(1877 – 1947)

Bourbaki