UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE ARTES
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

GILMAR RODRIGUES DA SILVA JÚNIOR

MATHE: UM TIPO PARA TEXTO COM SUPORTE MATEMÁTICO

BRASÍLIA – DF
2015

GILMAR RODRIGUES DA SILVA JÚNIOR

MATHE: UM TIPO PARA TEXTO COM SUPORTE MATEMÁTICO

Projeto de conclusão do curso de Desenho Industrial apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel pelo Departamento de Desenho Industrial do Instituto de Artes da Universidade de Brasília.

Orientadora: Prof^{a}. Dr^{a}. Fátima Aparecida dos Santos.
Co-orientador: Prof. M.Sc. Rafael Dietzsch.

BRASÍLIA – DF

2015

GILMAR RODRIGUES DA SILVA JÚNIOR

MATHE: UM TIPO PARA TEXTO COM SUPORTE MATEMÁTICO

Projeto de conclusão do curso de Desenho Industrial apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel pelo Departamento de Desenho Industrial do Instituto de Artes da Universidade de Brasília.

Orientadora: Prof^{a}. Dr^{a}. Fátima Aparecida dos Santos.
Co-orientador: Prof. M.Sc. Rafael Dietzsch.

Brasília-DF, 01 de julho de 2015.

Banca Examinadora:

Prof^{a}. Dr^{a}. Fátima Aparecida dos Santos
Universidade de Brasília
Membro da Banca

Prof^{a}. Dr^{a}. Vírginia Tiradentes Souto
Universidade de Brasília
Membro da Banca

Prof. Dr. Thiago Barros
Universidade de Brasília
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, ao Criador. Agradeço à minha família pelo amor e suporte incondicionais e a Juliana Fontoura pelo incentivo e carinho.

Agradeço a todos os professores que fizeram parte da minha jornada de graduação, especialmente aos professores Rafael Dietzsch, Fátima Aparecida, Daniela Garrossini e André Maya.

Sou extremamente grato pela ajuda, críticas, contribuições e confiança dos professores Gerry Leonidas, Patrícia dos Santos e Ricardo Esteves; e também dos amigos Francisco George, Gabriel Braga, Gabriela Assreuy, Vítor Marques e Victor Papaleo.

RESUMO

Mathe — do grego *“Μάθημα”* (conhecimento, estudo ou aprendizado) — é uma família de fontes tipográficas para texto com suporte à escrita matemática. Este relatório apresenta a criação de *Mathe* em duas grandes seções: pesquisa e desenvolvimento. Através das pesquisas realizadas é possível verificar diversos problemas tipográficos no contexto da educação básica e dos livros didáticos. *Mathe* foi desenvolvida para atender a essas demandas e beneficiar professores, pesquisadores e alunos, sendo um passo importante na criação de novas fontes com suporte matemático.

Palavras-chave: desenho de tipos, fonte matemática, notação matemática, educação básica, livros didáticos.

ABSTRACT

Mathe — from Greek *“Μάθημα”* (knowledge, study or learning) — is a text typeface with mathematical writing support. This report shows the creation of *Mathe* on two sections: research and development. Through the researches made one can verify different typographical problems in the context of basic education and schoolbooks. *Mathe* was developed to serve these needs and to benefit teachers, researches and students, by being an important step on the creation of new math fonts.

Keywords: type design, math font, mathematical notation, basic education, schoolbooks.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO

A matemática é complexa, rigorosa e desafiadora. Para leigos, a linguagem da matemática parece muito hermética, porém, um olhar atento revela uma linguagem pujante, em constante evolução. Existem muitas oportunidades para projetos tipográficos neste campo, especialmente devido aos avanços tecnológicos das últimas décadas. O desenvolvimento de melhores ferramentas tipográficas beneficiará igualmente a professores/pesquisadores de matemática e estudantes. Um dos campos mais carentes de boas fontes matemáticas é o de livros didáticos. É recorrente a utilização de fontes inadequadas. Por vezes estão ausentes caracteres e estilos adequados, há problemas na cor da mancha de texto, más proporções etc. Tudo isto contribui para que a qualidade de diversos livros seja insatisfatória.

Naturalmente, antes de desenhar uma fonte matemática, é necessário responder a várias questões, compreender os requisitos técnicos envolvidos e planejar-se bem. O projeto de Mathe exige o entendimento de características da linguagem matemática, das fontes para texto, dos métodos de impressão e do contexto da educação básica. Nas seções seguintes serão apresentados os resultados das pesquisas, que cumprem tanto a função de embasar o planejamento e desenvolvimento do projeto, como também são relevantes para que os resultados finais sejam bem julgados e criticados.

Após esta exposição de contexto, embasamento e objetivos de projeto, são apresentadas as etapas de produção das fontes tipográficas em si. O projeto de *Mathe* ilustra como, na prática do desenho de tipos, ora o designer se restringe a certas técnicas e metodologia consolidadas, ora se desvia deste padrão, a depender do escopo do projeto.

2. PESQUISAS

2.1 Tipografia, linguagem e matemática

A tentativa de conceituar precisamente o que é linguagem escrita e o que é tipografia esbarra em problemas, pois não há consenso sobre esses termos. Os dois campos estão relacionados, porém seus vocabulários técnicos muitas vezes se mesclam e se confundem, ainda que normalmente a tipografia seja estudada em função da linguagem.

A tipografia tem existência ligada à sistematização e reprodutibilidade em massa (SMEIJERS, 1996), seu modelo histórico é a *caligrafia* – produção manual de letras únicas a partir de traços contínuos e manuais –, e em menor grau o *letreiramento* – produção de letras únicas a partir de desenho – (HENESTROSA, MESEGUER e SCAGLIONE, 2012). No entanto, a tipografia difere de todos os outros meios de produção e reprodução da linguagem escrita, podendo ser definida como:

> “(...) Conjunto de práticas e processos envolvidos na criação e utilização de símbolos visíveis relacionados aos caracteres ortográficos (letras) e para-ortográficos (números, sinais de pontuação, etc.) para fins de reprodução.” (FARIAS, 2004, p. 2).

Para Ellen Lupton (2004) a tipografia é a manifestação visual da linguagem verbal, sendo esta sua principal característica funcional. Bringhurst (2011) concorda e leva esta visão além, conceituando tipografia como “(...) O ofício que dá forma visível e durável – e, portanto, existência independente – à linguagem humana”. Neste caso é preciso estudar a tipografia tendo em mente os requisitos e características da linguagem em questão. O projeto de *Mathe* trabalha a linguagem matemática, por isso é necessário analisar em que ponto ela difere das demais linguagens e quais suas características essenciais.

Não é necessário definir até a exaustão todos os termos e conceitos empregados durante um projeto eminentemente prático. Contudo, é bom notar que há uma espécie de “hierarquia” entre as linguagens. A linguagem oral é modelo para a linguagem escrita que, por sua vez, é o modelo da tipografia. A linguagem matemática se relaciona com essa “hierarquia”, mas se mantém extremamente autônoma e é até certo ponto irredutível às categorias das demais linguagens.

A maior parte dos textos é escrita com base na oralidade. Casos em que este padrão linguístico-tipográfico é quebrado incluem: matemática, lógica, música e programação. As linguagens desses textos são pouco dependentes da linguagem falada. Florian Coulmas (2002) sintetiza as diferenças entre as duas modalidades de linguagem do seguinte modo:

LINGUAGEM FALADA E LINGUAGEM ESCRITA

FALA	ESCRITA
Contínua	Discreta
Dependente do tempo de fala	Independente do Tempo
Contextual	Autônoma
Evanescente	Permanente
Audível	Visível
Produzida por voz	Produzida pela mão

Quadro 01: Comparativo entre linguagem falada e linguagem escrita.
Fonte: Writing Systems. (COULMAS, 2002, p. 11). (adaptado).

A notação matemática é um desses casos especiais, uma vez que ela se desenvolveu cada vez mais em direção à abstração, afastou-se dos fenômenos orais e diferenciou-se de outras formas de escrita. Mesmo assim, ela está sempre acompanhada de linguagem natural, e.g.: um livro didático exibe fórmulas e equações ao lado de parágrafos de texto explicativos. Os professores leem e ditam enunciados matemáticos, os quais devem ser compreendidos e registrados pelos alunos em seus cadernos. Nestes casos, a tipografia desempenha um papel importante, pois a apreensão visual dos símbolos precede seu entendimento, podendo auxiliar ou dificultar o processo de aprendizado de um conteúdo novo que está codificado em uma linguagem diferente.

Todas as linguagens escritas possuem características em comum, Bringhurst (2002) aponta algumas, tais como:

I. *Abstração:* a forma gráfica dos símbolos não é uma cópia do objeto representado, a letra "a" não se parece com o fonema "a", o algarismo "1" nada tem a ver com o número "1".

II. *Codificação sistemática:* existe um conjunto finito de símbolos que são repetidos na formação de novos enunciados, não é habitual ser necessário aumentar o repertório de símbolos.

III. *Referencialidade:* a escrita faz referências a objetos externos ao próprio sistema de escrita, a partir de representações.

A escrita matemática é diferente de outras formas de escrita. Ela é mais abstrata, possui uma semântica e sintaxe bem formuladas (baixo grau de ambiguidades) e sua "gramática" é definida artificialmente. O repertório de símbolos matemáticos é bastante expansível, a direção da escrita é bidimensional – os enunciados "crescem" horizontal e verticalmente –. A escrita matemática contemporânea é praticamente toda *semiográfica*:

> "Writing systems can be characterized as *semographic, syllabic, alphabetic or prosodic*. In *semographic* systems, separate symbols represent units of meaning, which sometimes include entire phrases or polysyllabic words. Mathematical writing systems are routinely *semographic*. The systems now in common use for arithmetic, algebra and the calculus are almost purely so. No literary script is entirely *semographic*. (...) In a sense, of course, a *semographic* script is *supralinguistic*. It makes no difference (for some purposes) whether the symbol 2 is pronounced as two, dos, deux, zwei, ni, δύο or שניים". (BRINGHURST, 2002, p. 18).

A notação matemática, obviamente, não surgiu tal como a conhecemos, e as características listadas possuem razões históricas de ser. Na Antiguidade a matemática estava dividida em três campos: aritmética, geometria e lógica[1]. A aritmética possivelmente surgiu com os babilônios para auxiliar nos cálculos comerciais. A geometria supõe-se, foi desenvolvida pelos egípcios para mensurar terras agrícolas; já a lógica é de origem grega e iniciou-se como formalização de argumentos (silogismos) da linguagem natural.

Didaticamente podemos considerar que o desenvolvimento do sistema de notação matemática passou por três grandes estágios: retórico, sincopado[2] e

---

[1] WOLFRAM, 2000.

[2] Nesse período começou o uso de alguns símbolos e abreviações em meio ao texto normal, portanto o nome *sincopado*; ou seja, por conta da inserção esporádica de elementos diferentes.

simbólico. Inicialmente os cálculos e demonstrações eram escritos em linguagem natural, portanto, não era possível diferenciar visualmente um cálculo de um comentário. Este período é chamado de “retórico”, durante o qual surgiram os primeiros sistemas numéricos. Não há modo preciso de demarcar o surgimento desses sistemas, porém, durante toda a Antiguidade, surgiram e desapareceram diferentes modos de simbolizar quantidades.

O sistema babilônico de numeração é descendente do sistema sumério (cuneiforme) e se estabeleceu por volta de 3100 a.C, Este sistema é posicional de base 60. Nele apenas dois símbolos e suas combinações de posição representam os números naturais. Já o sistema egípcio de base 10 não posicional utiliza hieróglifos para representar os números, nele dois hieróglifos representam as operações de adição e subtração. Os gregos utilizaram as letras de seu alfabeto como sistema de numeração. O valor numérico atribuído a cada letra é sua posição na sequência alfabética, i.e., alfa = 1, beta = 2, e assim por diante. Este sistema permite que um único glifo represente números de até três dígitos, ao invés de se escrever três vezes um símbolo em sequência. Por fim, o sistema romano posicional de base 10 basicamente seguiu algumas ideias gregas e foi bastante duradouro no Ocidente. Havia consciência de que números são entidades diferentes de sons, porém, era necessário recorrer aos mesmos símbolos gráficos para representá-los. Faltavam símbolos para representar operações, relações, conjuntos etc. Nada disso podia ser escrito sem se recorrer à linguagem natural.

Durante a Antiguidade e Idade Média, alguns símbolos foram emprestados de outras linguagens e alguns poucos foram criados, como as formas atuais dos operadores “+” e “-“. Todavia, os textos ainda eram praticamente todos literários – por vezes poesias –, este estágio é chamado “sincopado”. Possivelmente iniciado com Euclides, ele se estendeu até os primórdios do capitalismo e das revoluções científicas. O período “sincopado” marcou uma longa transição entre a dependência da linguagem natural e o surgimento de um sistema expressivo mais poderoso, pois as necessidades técnicas ainda eram pouco complexas.

O último estágio, o “simbólico”, é tributário de matemáticos indianos e árabes responsáveis por consolidar um sistema numérico posicional, de base 10 e com representação do zero, o sistema de numeração hindu-arábico. No século X este sistema começou a adentrar a Europa, mas consolidou-se apenas com o advento da tipografia. No século XVII o sistema hindu-arábico era utilizado desde o Sudoeste

Asiático, Ásia Central, Oriente Médio, Magrebe até a Europa. Os numerais arábicos eram utilizados em conjunto com os operadores de adição, subtração, raiz quadrada e multiplicação (inventado por William Oughtred no século XVII). Isto tornou a escrita mais eficiente e precisa. A partir do século XVIII vão surgindo cada vez mais símbolos especiais, as inovações na linguagem matemática passam a ser aceitas em praticamente todos os ciclos educados da Europa.

Alguns símbolos e formas de notação ganharam adeptos por conta do prestígio de quem os utilizou. Descartes (31/03/1596–11/02/1650), Leibniz (01/07/1646–14/11/1716), Euler (15/04/1707–18/09/1783), Gauss (30/04/1777–23/02/1855), entre muitos outros, foram cruciais no desenvolvimento não só das ciências, mas também de sua linguagem própria. Leibniz buscou formalizar a matemática – e pretendia realizar o mesmo para a linguagem natural –, apesar de essa busca ter falhado, ele popularizou o uso do “s” longo (integral) e do “d” minúsculo (derivada). Euler introduziu e sistematizou o uso de letras gregas, romanas e góticas *fraktur*. Ele também popularizou o uso de “π” para representar o número irracional 3,14159...

Entre os séculos XIX e XX boa parte dos símbolos e regras sintáticas atualmente utilizadas foram consolidadas. Cientistas e lógicos tais como Boole (02/11/1815–08/12/1864), Frege (08/11/1848–26/07/1925), Whitehead (15/02/1861–30/12/1947) e Russell (18/03/1872–02/02/1970) introduziram diversos símbolos e trabalharam na sistematização da linguagem lógico-matemática. Hoje esta linguagem está consolidada na comunidade científica internacional.

A notação matemática não nasceu de uma única tradição caligráfica ou tipográfica, nem surgiu em uma região, cultura e época específicas, apesar disto alcançou um grau de sistematização impressionante e se espalhou universalmente. Porém, isto só pode ser afirmado com ressalvas em relação a sua estrutura, pois ela carece de harmonização e padronização tipográfica. Isto poderia torna-la visualmente mais concisa e coesa.

A quantidade de símbolos diferentes entre si, provenientes de sistemas de escrita diferentes, cada qual com eixos, ângulos, contraste, proporções diferentes entre si, torna o desenho de uma fonte matemática extremamente complexo. São símbolos de origem indiana, árabe, grega, gótica e hebraica que convivem lado a lado. Alguns projetos procuraram responder a essas inquietações, é essencial examinar essas experiências e extrair lições válidas, compreendendo melhor este cenário.

2.2 Análise de fontes matemáticas

A notação matemática permanece um campo pouco explorado por designers de tipos, apesar da carência de boas fontes matemáticas no meio editorial. Isto se deve, possivelmente, à complexidade e quantidade de recursos envolvidos em projetos desta natureza. Não obstante, nos últimos anos novas tecnologias de composição levaram a surgir fontes de maior qualidade. A apropriação dessas experiências permite compreender os problemas envolvidos nesses projetos e sua dimensão, descobrindo o que já foi solucionado e o que permanece em aberto.

Com base no texto de Rhatingan (2007), três projetos emblemáticos foram analisados em detalhe: Monotype Series 569, AMS Euler e Cambria Math. As experiências levantadas por Devroye (2014) e Hartke (2006) não foram extensivamente analisadas, ou por haver pouca documentação específica ou por não serem especialmente interessantes com relação ao design.

2.2.1 Times 4-line Mathematics Series 569

Durante o século XX houve um *boom* científico que impulsionou o mercado editorial, apesar disto, imprimir notação matemática era caro e lento. Somente tipógrafos altamente especializados eram capazes de compor manualmente cada caractere e espaçamento, realizando diversos procedimentos para garantir a qualidade dos livros e o retorno comercial. Para estes profissionais fórmulas com muito uso de caracteres subscritos e sobrescritos, operadores especiais e frações empilhadas eram verdadeiros pesadelos.

Para solucionar essas dificuldades a Monotype Corporation lançou em 1957 o 4-line System, o primeiro sistema de composição para textos matemáticos. A composição passou a ser mecânica, cabia ao tipógrafo digitar a sequência de caracteres desejada em um teclado, então a máquina selecionaria os tipos metálicos correspondentes a partir das matrizes disponíveis e os disporia em uma linha de composição, para então serem utilizados na impressão. Esta mudança permitiu que custos e tempo de produção fossem reduzidos, ao mesmo tempo em que foi mantida a qualidade da impressão. Para alcançar esse nível de automação o modo como uma equação era estruturada teve de ser modificado:

> "Rather than casting type on a body size that matched its point size, 4-line equations were planned as four rows of characters set on a half size body and then stacked together. (...) Characters were set at 10-point size on 6-point bodies, with overhanging details supported by spaces of the same width set in the line above. Full-size characters therefore took up two rows of the equation, while inferiors and superiors (which would barely hang over the 6-point body, if at all) could be placed on either of those rows as needed. Afterwards, a compositor could insert strip rules or oversize symbols, or arrange any other details of the equation that could not fit within the basic arrangement of four lines.9." (RHATIGAN, 2007, p. 11).

Para acompanhar o 4-line System a Monotype escolheu a família Times New Roman, basicamente por ser um sucesso comercial. Para transformar a Times em padrão do sistema foi necessário expandir vertiginosamente a paleta de caracteres. Foram fundidos *sets* de grego, gótico *fraktur*, manuscrito (*script*), caracteres subscritos e sobrescritos, operadores especiais, etc. Em poucos anos a quantidade de glifos passaria de 11,000. Essa versão da Times foi batizada de Times 4-line Mathematics Series 569.

A família Times New Roman é serifada, com forte contraste entre traços, eixo vertical, proporções compactas e desenho firme. Algumas características de desenho foram mudadas na Series 569 para atender os requisitos da composição matemática. A angulação do itálico da Series 569 é de em média 12º, na versão padrão (Series 327) é de em média 16º, isto diminui a necessidade de *kern*. O desenho de caracteres inferiores, superiores e fracionais também foi modificado, tornando-os mais pesados em coloração e estreitos, para resistir ao processo de impressão[3].

Apesar de não ter solucionado todos os problemas relativos à composição matemática, o 4-line System e a Series 569 influenciaram a composição matemática ao ponto de se tornarem o padrão da época, sua influência se fez sentir até mesmo em diferentes tecnologias como a fotocomposição:

> "Although unable to automate maths composition entirely, the 4-line system nevertheless transformed the printing of mathematics. Not long after its introduction, sources described Monotype's method as the standard technique for such material. Series 569 and the principles of the 4-line layout were adapted for Monophoto — Monotype's filmsetting products — and their relevance carried on until the digital era demanded other solutions for setting mathematics." (RHATIGAN, 2007, p. 17).

[3] Cf. Figura 1.

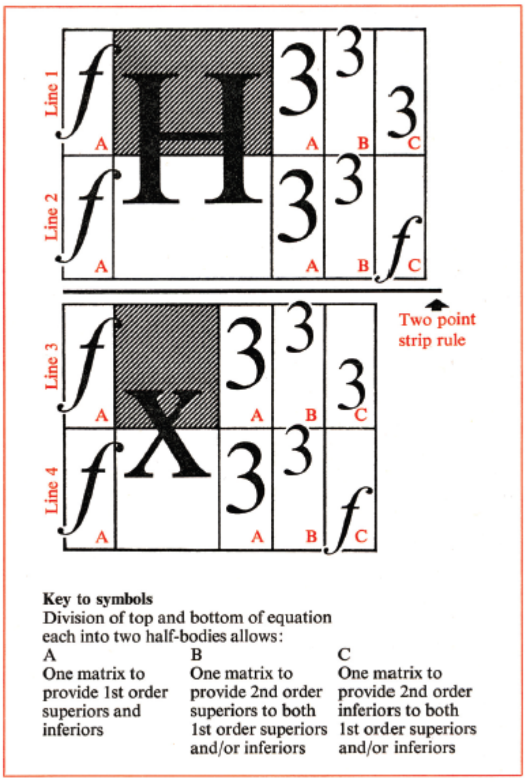


Figura 1: Diagrama explicativo do 4-line System.
Fonte: POOLE, 1967 *apud* RHATINGAN, 2007, p.10.

2.2.2 AMS EULER

Entre a difusão do 4-line System e o surgimento de tecnologias digitais (fontes e sistemas de composição) para a matemática, houve um hiato de algumas décadas. Para que essa transição ocorresse foi necessário o trabalho de diversos pioneiros, entre os quais esteve Donald Knuth – matemático e cientista da computação –, cujo papel no desenvolvimento da tipografia digital é crucial.

Motivado pela queda da qualidade e beleza dos livros de matemática, Knuth decidiu criar suas próprias ferramentas tipográficas. Ele buscou formalizar em princípios matemáticos a inteligência tipográfica, para criar softwares que lhe permitissem editar seus próprios livros com a qualidade desejada.

Knuth desenvolveu as bases de um sistema tipográfico completo, capaz de lidar com linguagem natural e linguagem matemática. Knuth desenvolveu o METAFONT, um formato de fonte bitmap e uma linguagem para a geração paramétrica de fontes tipográficas. É possível manipular mais de 20 parâmetros, tais como: altura, largura, angulação, espessura de traço, condensação, expansão e outros mais. Para completar esse sistema, Knuth criou o TeX, um software de editoração eletrônica que utiliza fontes METAFONT (e que hoje suporta outros formatos tipográficos).

Donald reconheceu ser difícil para os designers se acostumarem a projetar por meio de algoritmos e manipulação de tantos parâmetros. Até hoje o formato METAFONT é manipulado na maior parte das vezes por programadores, ao passo que designers de tipo estão mais acostumados com OpenType, TrueType e Type1[4]. No entanto, atualmente existe uma convergência entre os dois modelos de projeto, a adoção de ferramentas "*semi-paramétricas*", como interpoladores e *scripts* de automação, revelam uma abertura dos designers ao pensamento computacional.

O desenvolvimento do TeX e da METAFONT iniciou-se em 1977, já no ano de 1978 Knuth os apresentou em palestra patrocinada pela American Mathematical Society (AMS). O projeto foi recebido com entusiasmo, de modo que a AMS decidiu patrocinar o desenvolvimento de uma fonte digital para notação matemática. No ano seguinte Knuth e sua equipe em Stanford começaram a trabalhar com o calígrafo e tipógrafo Hermann Zapf.

Zapf era responsável por fornecer os desenhos dos caracteres, que seriam analisados por Knuth, em seguida Zapf retornaria os desenhos ajustados. A maior parte da comunicação entre os dois foi realizada por meio de cartas. O comitê da AMS aprovou (extremamente satisfeito) uma versão inicial da fonte, que foi batizada de AMS Euler – em homenagem ao matemático alemão Leonard Euler –. Neste desenho estavam incluídos dois pesos (regular e *bold*), de caracteres latinos, gregos, góticos e script, com correspondentes algarismos e símbolos matemáticos.

[4] Cf. DEVROYE, 2014.

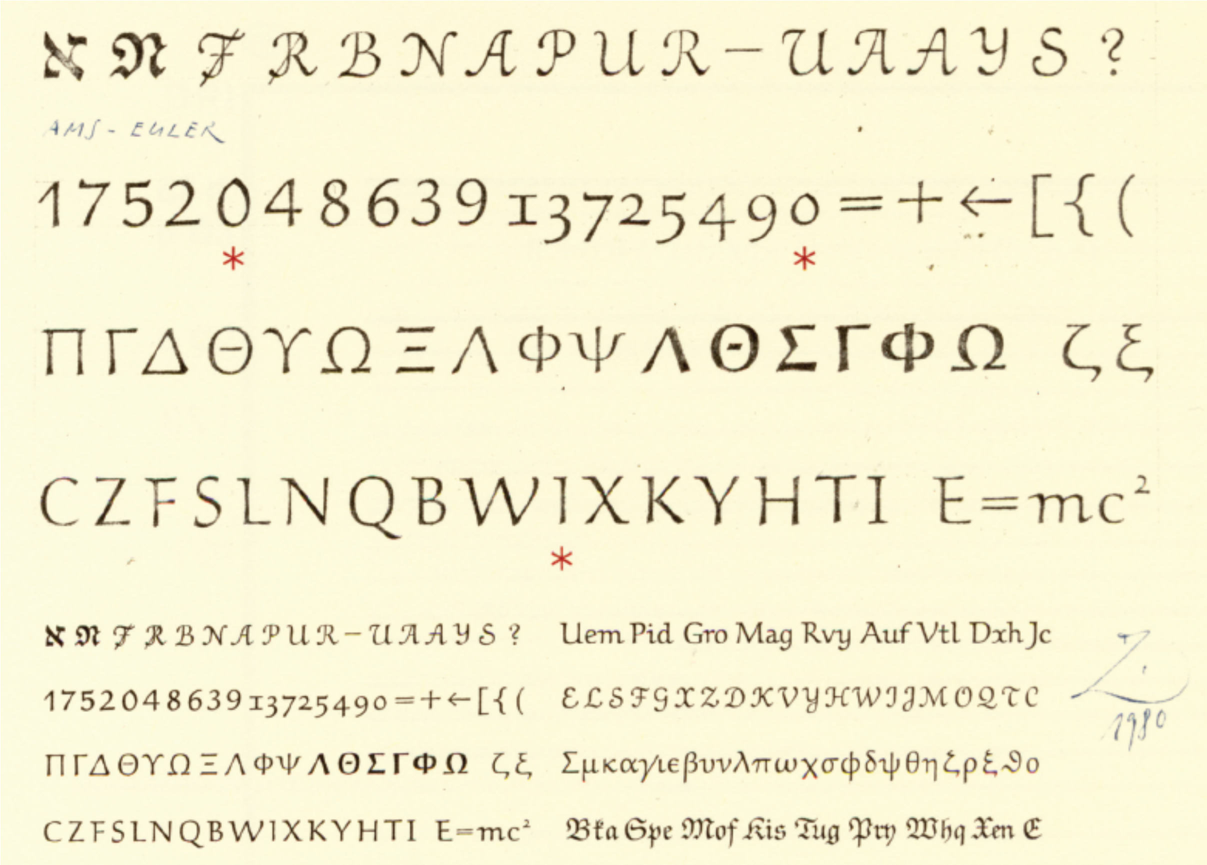


Figura 2: Rascunhos feitos por Hermann Zapf.
Fonte: RHATINGAN, 2007, p.22.

O desenho da Euler possui algumas características técnicas e conceituais inusitadas. Apesar de exibir traços caligráficos, os caracteres de Euler não são itálicos, contrariando a expectativa da notação padrão, i.e., que variáveis e incógnitas sejam escritas no estilo itálico. Isto se deve a junção da visão projetual de Zapf e Knuth, este defendeu um desenho caligráfico para agradar aos matemáticos, acostumados à escrita em quadro negro, além de contrapor e enfatizar as sentenças matemáticas em meio ao texto, enquanto aquele defendeu um desenho reto para evitar problemas de espacejamento entre caracteres.

O grego e o latim se harmonizam bem devido à influência caligráfica, os estilos gótico e *script* apresentam um desenho menos rebuscado, conferindo uma consistência à Euler que a Series 569, por exemplo, não possui. Caracteres de corpo pequeno foram adaptados para posicionamento inferior e superior, ao invés de gerar desenhos específicos. Somente alguns operadores foram desenhados, o TeX deveria ser usado para toma-los de outras fontes, ou em último caso gerar operadores novos com METAFONT à medida em que fosse necessário.

Apesar de todo esse esforço inicial a Euler não estava pronta, nos anos seguintes Knuth e sua equipe (entre eles David Fuchs, John Hobby, Scott Kim, Dan Mills, Lynn Ruggles, David Siegel e Carol Twombly) trabalharam para digitalizar os originais de Zapf, bem como ampliar o conjunto de caracteres. Durante esse processo foram encontradas dificuldades em conciliar o desenho de Zapf e as possibilidades técnicas da METAFONT. A Euler sintetiza muito bem os desafios e compromissos necessários para se projetar uma fonte matemática em toda a sua complexidade.

Inicialmente Knuth desejava um desenho “mecânico-matematizado”, na tradição da *Romane du Roi*, porém, terminou recomendando um desenho caligráfico para ecoar o costume dos matemáticos de adotar formas cursivas. Além disto, para digitalizar o desenho de Zapf, foi necessário adotar o formato PostScript, pois a profusão de sinuosidades e idiossincrasias que fazem uma fonte agradável ao olho humano não puderam ser replicadas por meio do algoritmo do METAFONT. A AMS Euler só foi completada em 1985, ao final desse processo já não era mais uma meta-fonte (produzida por algoritimos). O desafio lançado por Knuth permanece em aberto (RHATIGAN, 2007), isto é, produzir tipografia para matemática de qualidade e através da manipulação de parâmetros, automatizando o processo de geração de novas fontes.

AMS Euler

$$\int_0^3 9x^2 + 2x + 4\,dx = 3x^3 + x^2 + 4x + C$$

$$e^{x+iy} = e^x(\cos y + i \sin y)$$

$$z = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Figura 3: Equações compostas com AMS Euler.
Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/AMS_Euler>. Acesso em: 08/12/2014.

2.2.3 Cambria Math

A Cambria é uma família de fontes lançada pela Microsoft como padrão do Office, RichText e outros de seus aplicativos. Projetada para tirar proveito de novas tecnologias de renderização em telas (ClearType[5] e *anti-aliasing*[6]*)* e posteriormente expandida para oferecer suporte à notação matemática, originando a Cambria Math. Para a versão matemática foi necessário utilizar novas técnicas de composição tipográfica, retiradas do TeX e do padrão OpenType (originando as atuais Math tables[7]).

Figura 4: Diferentes estilos e algarismos da Cambria Math.
Fonte: RHATIGAN, 2007, p.28.

O projeto inicial foi liderado por Jelle Bosma, que concretizou o desenho da versão de texto (com suporte linguístico pan-europeu). Continuado por Ross Mills, que estendeu o suporte para a linguagem matemática, criando a Cambria Math. A versão de texto e a versão matemática exibem desenhos distintos, mas harmônicos entre si, ditados pelas necessidades linguísticas e tecnologias disponíveis.

---

[5] Tecnologia de *hint*, desenvolvida nos anos 90 para melhorar a aparência de fontes quando exibidas em telas de LCD.
[6] Técnica de aplicação de gradientes de cinza para tornar mais suaves as curvas dos caracteres, quando exibidos em telas.
[7] Cf. *Math in Office*. (SARGENT, 2014).

O design da Cambria exibe características marcantes, existe uma clara ênfase no eixo vertical, determinada pelo método de renderização ClearType. O contraste entre traços grossos e finos não é acentuado, gerando um desenho robusto e que se mantém intacto em tamanhos pequenos. O desenho do itálico matemático é mais cursivo que o da versão de texto, para que se diferencie mais dos glifos da fonte romana, quando em meio a uma equação. A inclinação do itálico matemático e do grego cursivo é reduzida para evitar problemas de espacejamento, mas, no geral os caracteres matemáticos se situam mais afastados uns dos outros para aumentar a legibilidade.

Talvez, as características mais marcantes da Cambria Math sejam aquelas ligadas ao uso das tabelas matemáticas OpenType. Os caracteres inferiores e superiores possuem versões distintas para a primeira ordem e para a segunda ordem, sendo escalonados a partir de desenhos mestre. Existem correções específicas para o espacejamento de itálicos e de operadores, criação de zonas especiais de espacejamento, substituições de glifos, extensão de operadores, entre outras funções. Por conta dessas funções avançadas de composição a Cambria Math se tornou crucial no processo de divulgação das *Math Tables*. Contudo, dentro da interface do pacote Office ainda se é muito dependente de ajustes e inserções manuais de glifos, prejudicando a fluidez de escrita para os usuários avançados, que continuam a preferir sistemas como o TeX. Para o mercado editorial ainda restam desafios, pois programas como o QuarkXPress, InDesign e PageMaker ainda não oferecem suporte à estas funções novas.

Figura 5: Diferença de angulação entre o grego cursivo de texto (laranja) e grego matemático (azul). Fonte: RHATIGAN, 2007, p.34.

Figura 6: Função de zonas especiais de espacejamento (*"cut-ins"*). Fonte: RHATIGAN, 2007, p.36.

2.3 Análise de livros didáticos

Algumas das questões analisadas anteriormente são recorrentes em diversos tipos de documentos, porém, existem distintos níveis de complexidade com relação aos problemas tipográficos de notação matemática. Textos acadêmicos apresentam requisitos técnicos mais exigentes, ao passo que textos do ensino básico utilizam linguagem mais simples.

O contraste entre os dois níveis de exigência é bastante evidente. Dada a carência de boas fontes nos livros didáticos e as limitações no projeto, a análise foi concentrada nesses livros. Conforme o esperado os livros do ensino médio apresentaram uso de linguagem mais rebuscada. Abaixo são analisados alguns dos problemas mais recorrentes em livros didáticos.

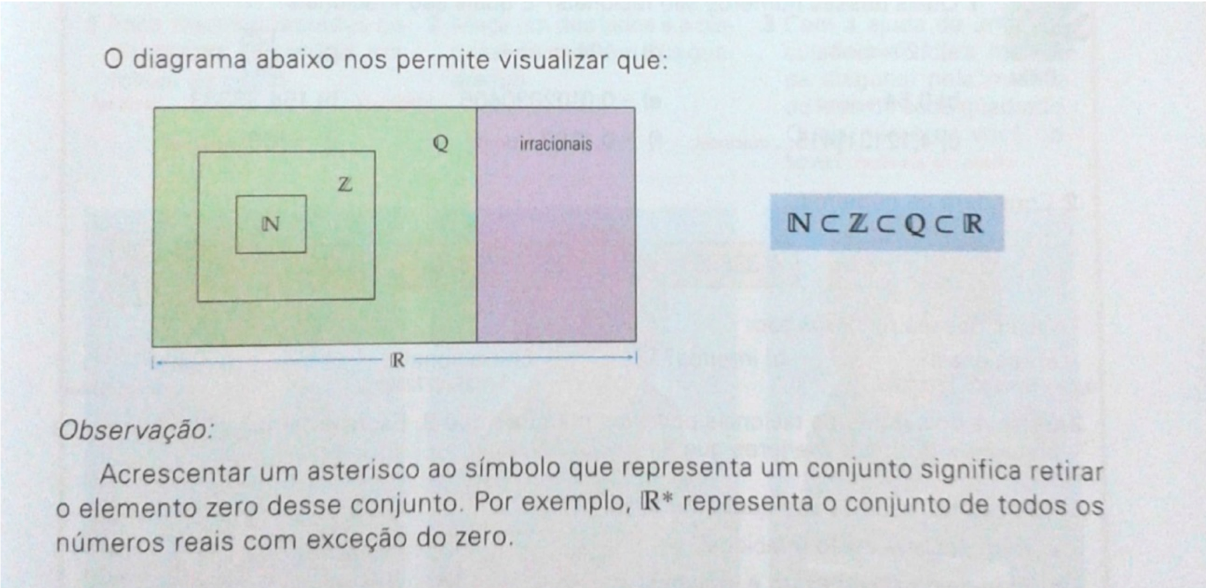
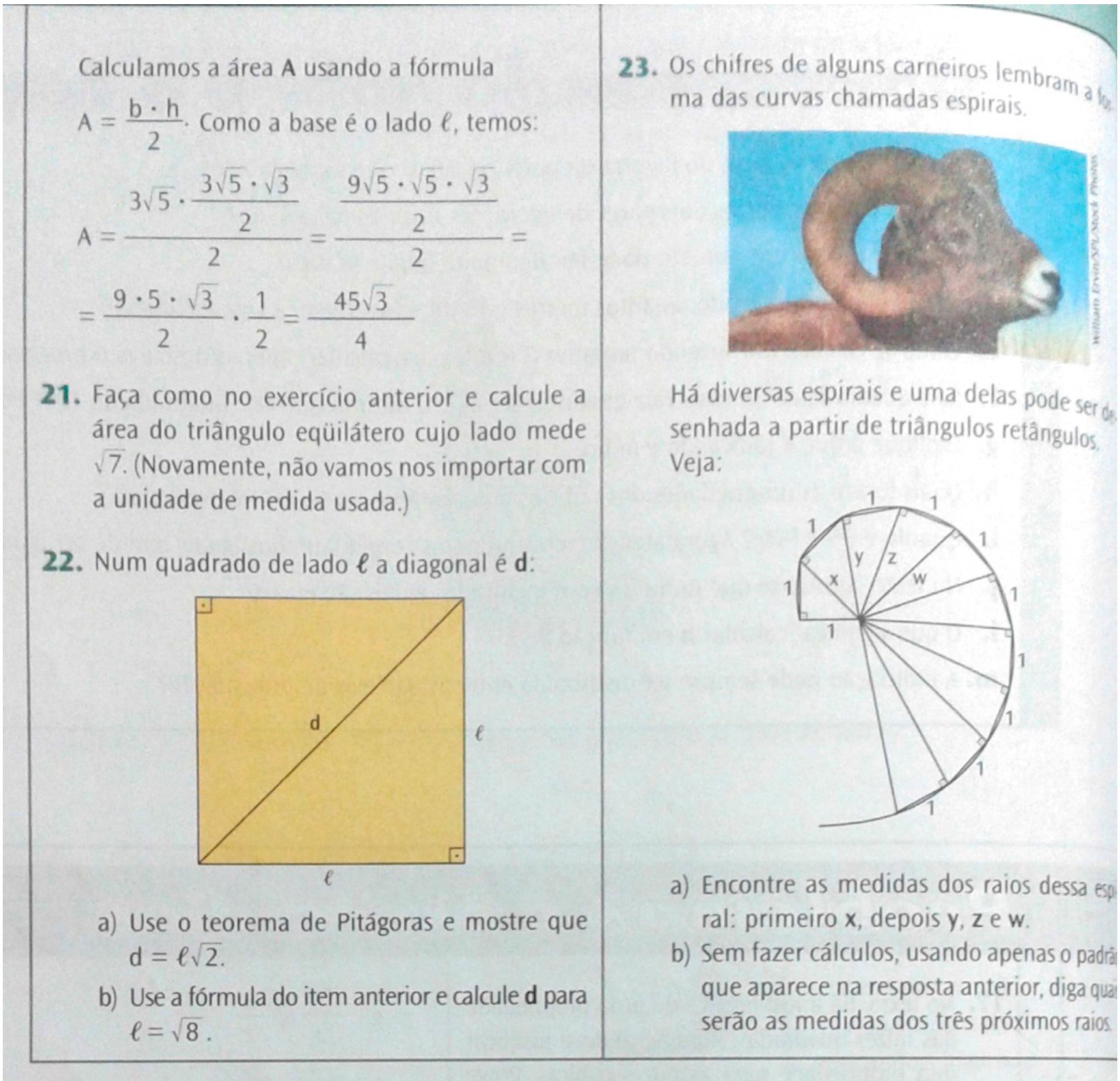


Figura 7: Falso estilo *Blackboard Bold*.

O uso do estilo *Blackboard Bold* não é um consenso entre os matemáticos, muitos preferem utilizar apenas o estilo *Bold* para representar conjuntos[8]. No caso da Figura 7 esta seria a saída mais adequada, optou-se, no entanto, por empregar um artifício infeliz, i.e, desenhar uma segunda linha de espessura errada, o que acaba por chamar atenção para a ausência do estilo correto ou a não adoção da alternativa aceitável.

[8] Cf. Mathematics into type. (SWANSON, 1999, pg.26).



Calculamos a área **A** usando a fórmula

$A = \frac{b \cdot h}{2}$. Como a base é o lado ℓ, temos:

$$A = \frac{3\sqrt{5} \cdot \frac{3\sqrt{5} \cdot \sqrt{3}}{2}}{2} = \frac{\frac{9\sqrt{5} \cdot \sqrt{5} \cdot \sqrt{3}}{2}}{2} =$$

$$= \frac{9 \cdot 5 \cdot \sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{45\sqrt{3}}{4}$$

21. Faça como no exercício anterior e calcule a área do triângulo eqüilátero cujo lado mede $\sqrt{7}$. (Novamente, não vamos nos importar com a unidade de medida usada.)

22. Num quadrado de lado $\boldsymbol{\ell}$ a diagonal é **d**:

a) Use o teorema de Pitágoras e mostre que $d = \ell\sqrt{2}$.

b) Use a fórmula do item anterior e calcule **d** para $\ell = \sqrt{8}$.

23. Os chifres de alguns carneiros lembram a fo... ma das curvas chamadas espirais.

Há diversas espirais e uma delas pode ser de... senhada a partir de triângulos retângulos. Veja:

a) Encontre as medidas dos raios dessa espi... ral: primeiro **x**, depois **y**, **z** e **w**.

b) Sem fazer cálculos, usando apenas o padrã... que aparece na resposta anterior, diga qua... serão as medidas dos três próximos raios.

Figura 8: Empilhamento de frações em três níveis, com extensão horizontal do operador.

Na Figura 8 é possível notar um caso de equação com empilhamento de frações, a AMS[9] recomenda que não se empilhe mais que três níveis de frações, podendo-se recorrer a potências negativas em seu lugar. Não se verificou casos mais extremos que este nos livros didáticos analisados.

[9] Cf. Mathematics into type. (SWANSON, 1999, pg.18).

Os conectivos lógicos

Em matemática é comum utilizarmos símbolos para representar algumas expressões. Na lógica matemática isto também é comum. Usamos, então, os *conectivos lógicos*.

Conectivos lógicos são as palavras ou símbolos usados para formar novas proposições a partir de proposições dadas.

Os conectivos usuais são:

Conectivos	Símbolos
e	$\wedge$
ou	$\vee$
não	$\sim$
se … então	$\rightarrow$ ou $\Rightarrow$
… se e somente se …	$\leftrightarrow$ ou $\Leftrightarrow$

Exemplos:

1) p: "2 é um número ímpar **ou** é primo."
2) q: "5 é menor que 7 **e** 5 é primo."
3) r: "**não** existe o número real $^1/_x$, para x = 0."
4) s: "**Se** um triângulo tem um lado como diâmetro do círculo que o circunscreve, **então** o triângulo é retângulo."
5) t: "Um número inteiro **n** é primo, **se e somente se**, o conjunto dos divisores naturais de **n** é { 1 ; n }."

Quantificadores Lógicos

São quantificadores existenciais os termos: Existe, Existe um único, e quantificadores universais, Todos ou Qualquer que seja, que podem ser representados pelos símbolos seguintes.

Quantificador	Símbolo
Existe pelo menos um	$\exists$
Existe um único	$\exists!$
Qualquer que seja ou Para todo	$\forall$

Exemplos:

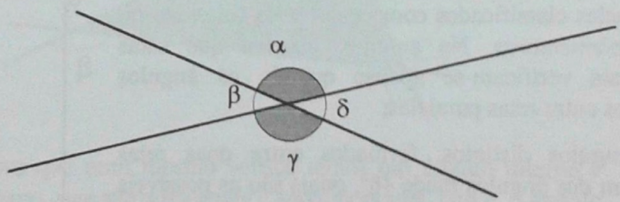
1) p: "$\exists$ feriado em setembro".
2) q: "$\exists!$ mês cujo nome em português é iniciado pela letra O".
3) r: "$\forall$ o mês do ano, haverá o dia 28".

Figura 9: Operadores e quantificadores lógicos.

Posições relativas entre duas retas

No plano podemos considerar duas posições básicas para retas distintas. Tais retas podem ser PARALELAS ou CONCORRENTES. São concorrentes aquelas retas que concorrem para um certo ponto, ou seja, são concorrentes as retas que apresentam um único ponto comum. As retas contidas em um mesmo plano que não são concorrentes são portanto paralelas.

Se considerarmos duas retas concorrentes, formaremos quatro ângulos, que serão:



- **Adjacentes e suplementares** (α e β, β e γ, γ e δ, δ e α),
- **Opostos pelo vértice** (α e γ, δ e β).

Os ângulos opostos pelo vértice têm medidas iguais, isto é, são **congruentes**.

Considere que o ângulo β mede 76°. Quais são, então, as medidas de α e δ? [29]

Figura 10: Letras gregas de caixa baixa em estilo reto.

Normalmente os matemáticos utilizam letras gregas de caixa baixa em estilo cursivo, ao invés de reto, este último estilo é utilizado para a caixa alta, por motivos de tradição. Letras gregas de caixa baixa são muito utilizadas para representar ângulos de figuras geométricas, alguns números e constantes.

Lembrando que o perímetro de um círculo ou o comprimento de uma circunferência de raio ***r*** é dado por $2\pi\mathbf{r}$, temos: $p = \pi r$.

Concluímos então, que a área de um círculo é:

$A = \pi r \cdot r$ ou seja: $\mathbf{A = \pi \cdot r^2}$

Casos particulares:

– **Triângulo equilátero:**

Aplicando o teorema de Pitágoras ao cálculo da altura (h) de um triângulo equilátero de lado ℓ, encontramos: $h = \dfrac{\ell\sqrt{3}}{2}$, dai, substituindo esta altura na fórmula da área do triângulo, teremos:

$$A = \frac{\ell \cdot \frac{\ell\sqrt{3}}{2}}{2} \Rightarrow \boxed{A = \frac{\ell^2\sqrt{3}}{4}}$$

Figura 11: Variáveis, constantes e empilhamento de operações em uma equação.

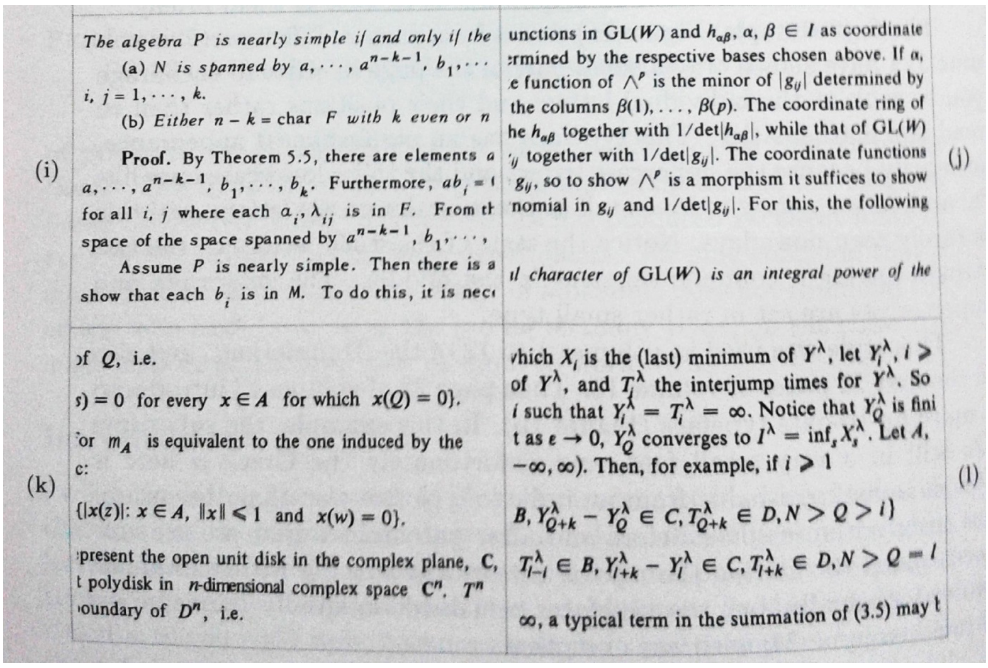


Figura 12: Fórmulas de alta complexidade.

No exemplo da figura 11 vemos um dos cenários mais complexos que podem ser encontrados nos livros didáticos, em contraste a figura 12 apresenta situações corriqueiras de fórmulas de nível acadêmico. Os exemplos mostrados apontam para problemas que vão além de simplesmente desenhar símbolos. Há que se considerar o contexto dos alunos e quais recursos gráficos facilitam ou prejudicam o aprendizado, consideração essa que deve permear toda a prática de projetação.

2.4 Análise de bibliografia

Além do estudo de livros e artigos referentes aos conteúdos anteriormente apresentados (convenções de escrita matemática, tipografia e desenho de tipos), também foram pesquisados estudos acerca da influência da tipografia e projeto gráfico de livros didáticos no aprendizado da matemática. Ou seja, quais aspectos visuais foram empiricamente analisados no contexto da aquisição da linguagem matemática.

Estudos vem sendo conduzidos com crianças em período de alfabetização, crianças com problemas de visão, dislexia e até mesmo de escopo mais genérico, tais como preferências de gosto por um ou outro tipo de letra (serifadas, sem-serifa, etc.). Porém, faltam estudos nesse sentido com relação à influência da tipografia na aquisição da linguagem matemática por crianças e jovens. Não seria possível realizar esse trabalho durante o período de projetação de *Mathe*, seria necessário, em primeiro lugar, gerar uma hipótese em estágio de funcionamento avançado e testá-la comparativamente com outras fontes existentes. Esse estágio de funcionalidade só foi alcançado ao final do semestre; sendo assim, este estudo é uma possibilidade de desenvolvimento para um momento posterior.

Durante o mês de fevereiro de 2015 foi realizada uma visita técnica à Universidade de Reading (Reino Unido), especificamente ao Departamento de Tipografia e Comunicação Gráfica, objetivando um maior contato com documentos matemáticos e registros de projetos. Durante esta visita técnica foi realizada uma entrevista informal com Gerry Leonidas[10], um dos principais pontos levantados durante essa entrevista foi a aquisição da linguagem matemática por crianças e adolescentes, i.e., se um desenho não-convencional é necessário durante essa fase de aprendizado, dúvida ainda mais pertinente face à ausência de literatura com relação a esse problema.

Leonidas acredita que idiossincrasias no desenho de letras não exerce influência significativa na aquisição da linguagem matemática, pois crianças e adolescentes já estão alfabetizados quando começa seu contato com linguagem matemática, e a complexidade da notação aumenta *pari passu* a idade dos alunos, minimizando preocupações desta natureza. Há que se levar em conta, porém, que em outros contextos educacionais este pode não ser o caso, especialmente em sistemas educacionais deficientes como o brasileiro, surgindo mais uma possibilidade de investigação.

Além dessas questões, foi possível discutir sobre o contexto editorial dos livros didáticos e o papel do designer, escritores e editores; sobre características da linguagem matemática; projetos como Gina, Cambria e Times e metodologias e técnicas interessantes para iniciar o desenvolvimento de uma fonte de texto.

---

[10] Gerry Leonidas é professor e chefe do Mestrado em Design de Tipos da Universidade de Reading.

3. ANÁLISE DE REQUISITOS

Para projetar uma família tipográfica, é necessário definir quais requisitos ela deve atender, os quais se agrupam basicamente em torno de questões técnicas e conceituais, que devem ser definidas a partir do problema de design. Ao fim, elas devem se reforçar mutuamente, evitando dicotomias como *forma x função*.

3.1 Requisitos Conceituais

Existem muitas variáveis que podem influenciar o design de uma fonte, convém se firmar apenas naquelas que são essenciais, deixando espaço para flexibilidade e organicidade na fonte. Laura Meseguer (2012) levanta alguns pontos que podem ser tomados como guias iniciais, utilizando este modelo pode-se definir para o projeto de *Mathe* os seguintes parâmetros:

I. *Utilização:* composição de livros didáticos de matemática e demais ciências, normalmente impressos em rotativas.
II. *Extensão:* a família deve ser extensa o suficiente para atender projetos editoriais complexos.
III. *Idiomas:* máxima cobertura possível, contanto que não atrapalhe o desenvolvimento do aspecto matemático do projeto.
IV. *Sistemas e programas:* idealmente deve-se atender o maior número possível de softwares de editoração eletrônica.
V. Licença de uso: licença livre.
VI. *Disponibilidade de tempo:* reduzida.

Além dessas questões devemos considerar que *Mathe* será uma ferramenta de trabalho para designers de livros, mas seu foco são leitores — crianças, jovens e adultos — estão inseridos no processo de educação formal. É muito difícil delimitar as características desse público tão plural, no entanto, pode-se afirmar a necessidade de um desenho contemporâneo, convidativo, belo; confiante e firme, porém amigável.

3.2 Requisitos Técnicos

O estudo dos requisitos técnicos da linguagem matemática é complexo e fragmentado, podendo ser dividido em aspectos estruturais e características específicas de desenho dos símbolos. O primeiro caso diz respeito à composição de fórmulas e enunciados, quais os caracteres necessários para escrever e como se relacionam em conjunto para produzir sentido. O segundo caso trata da forma dos símbolos para se adequarem à sua função, métodos de reprodução, tipos de público. Isto é, trata-se do desenho dos glifos.

O conjunto de caracteres usados para compor textos matemáticos é muito extenso, podendo ser agrupados em algumas categorias[11] que facilitam sua criação. As principais são: *algarismos, operadores lógico-matemáticos, miscelânea, símbolos relacionais, setas, operadores especiais, marcas de pontuação, delimitadores, diacríticos e estilos de alfabetos* (*script*, gótico fraktur e *blackboard bold*). (DOWNES, 2002).

Atualmente existem três grandes sistemas relevantes de normatização da matemática: *UNICODE, ISO/IEC 10646-1 e MathML*. Convém adotar a codificação dada pelo UNICODE, pois tanto fontes em formato True Type quanto OpenType são baseadas nesse padrão[12]. Os caracteres matemáticos estão normatizados em diferentes blocos UNICODE a depender de sua categoria. Hoje estão codificados mais de 2000 símbolos matemáticos, número que ultrapassa as necessidades da Educação Básica.

Com relação aos algarismos, convém destacar que os projetos editoriais fazem uso de quatro tipos distintos de algarismos: algarismos de caixa-alta e de caixa-baixa, ambos podendo ser proporcionais ou tabulares (CHENG, 2005). Algarismos de caixa-alta proporcionais se alinham com as versais e possuem larguras opticamente equivalentes. Os de caixa-alta tabular possuem largura matematicamente igual, se alinhando verticalmente e por isto são muito utilizados em tabelas (portanto o nome). Algarismos de caixa-baixa se mesclam com a altura de “x” e não atraem tanta atenção em meio a texto corrido, podendo ter largura ótica ou matematicamente igual, servindo a diferentes propósitos de composição.

---

[11] Cf. *UNICODE Support for Mathematics*. (BEETON, FREYTAG e SARGENT, 2012). *Short math guide for LaTeX*. (DOWNES, 2002). *The Comprehensive LaTeX Symbol List*. (PAKIN, 2009).
[12] Cf. *UNICODE*. (HUDSON, 2002).

Apesar de bons livros necessitarem na maior parte das vezes dos quatro tipos de algarismos, na matemática diferenças de estilo indicam diferenças de significado (ex.: regular e itálico), portanto o mais sensato é utilizar apenas o estilo caixa-alta tabular para evitar qualquer tipo de ambiguidade.

O padrão UNICODE codifica componentes de linguagem que carregam significado, é necessário utilizar funções de programação para obter glifos especiais, tais como variações estilísticas. Nas fontes OpenType, e no caso da matemática, isto pode ser feito através do uso de tabelas específicas desenvolvidas pela Microsoft, porém em alguns softwares de editoração eletrônica existem conflitos[13].

As tabelas matemáticas podem ser utilizadas para definir uma métrica universal para os componentes das fórmulas, em seguida é possível definir o posicionamento dos subscritos, sobescritos e acentuação. É possível expandir horizontal e verticalmente operadores, além de construí-los a partir de componentes. Até o momento os sistemas que fazem melhor uso dessa tecnologia são macros para TeX (LaTeX, LuaTeX e XaTeX) e o editor RichText da Microsoft.

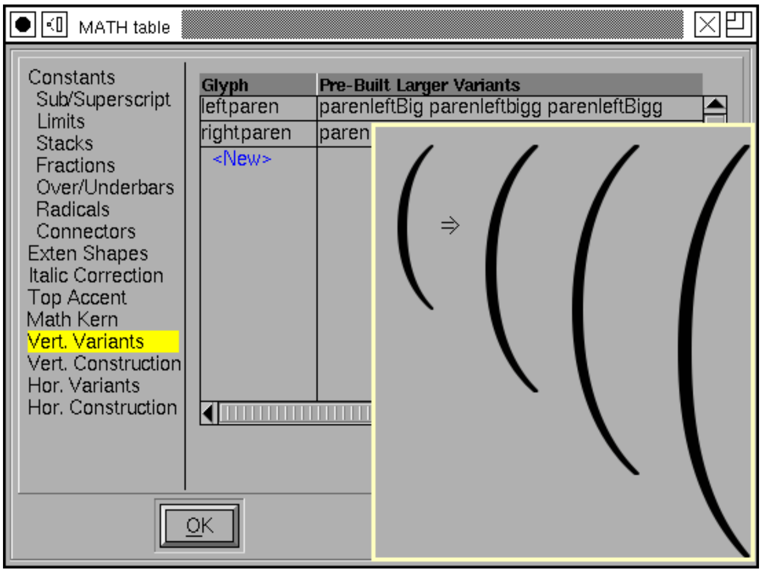


Figura 13: Tabela de variações verticais de operadores e delimitadores no FontForge.
Fonte: *Math typesetting information*. WILLIAMS, 2012.

Apesar dos grandes desafios colocados pela notação matemática, é evidente o impacto produzido pelas novas tecnologias de composição, editoração e padrões normativos. Cada vez surgem mais ferramentas para facilitar a composição

[13] Cf. *The state of OpenType math typesetting*. (VIETH, 2011). e *Math typesetting information* (WILLIAMS, 2012).

matemática e aumentar a qualidade das fontes disponíveis. Não obstante, boa parte desses esforços tem se concentrado em projetos que, ou são *revivals* de fontes clássicas ou releituras, tais como Times New Roman, Lucida, Candara, Palatino. sobrando pouco espaço para desenvolver desenhos atuais. Portanto, requisitos que devem ser levados em consideração são inovação estética e relevância perante o público, tomando como exemplo projetos como Fedra e Gina.

4. JUSTIFICATIVA

Os avanços trazidos pela tipografia digital, com relação à matemática, não se estabeleceram satisfatoriamente no mercado editorial, em especial se considerarmos os livros didáticos. Com base na análise documental se observa que as fontes utilizadas não possuem todos os caracteres necessários, sendo que muitos estão mal desenhados. Além disto, são escolhas tipográficas convencionais, denotando tanto a falta de opções quanto de conhecimento com relação à alternativas viáveis. Para além dos problemas de legibilidade e leiturabilidade, têm-se que os projetos gráficos não conseguem veicular uma imagem contemporânea e convidativa.

Também no âmbito universitário é possível difundir os recursos tipográficos avançados para além das faculdades de matemática, computação e ciências naturais. Os profissionais e estudantes dessas áreas têm a sua disposição maior diversidade de tipografias e sistema de composição, como o TeX e suas extensões, com os quais estão familiarizados.

No ensino básico a falta de boas ferramentas tipográficas é ainda mais sentida. Um livro didático de qualidade é essencial para que os estudantes adquiram satisfatoriamente as competências na disciplina e sua linguagem. As tiragens dos livros didáticos são muito grandes, necessitando serem impressas em rotativas, normalmente a qualidade é baixa pois há economia de custos em papel e tintas. Se este quadro já é prejudicial em outras situações, para a matemática é ainda pior, pois sua linguagem exige um nível de refinamento maior. Os prejuízos vão desde ambiguidade entre símbolos similares até a ilegibilidade, especialmente no caso de numerais em posição subscrita ou sobrescrita.

A importância do livro didático no sistema de ensino e no mercado livreiro é muito grande, apenas no Brasil o governo federal[14] adquiriu em 2014 cerca de 140.682.000 livros didáticos para o ensino fundamental e médio, gastando aproximadamente R$ 1.330.150.000,00. Isto faz do livro escolar um dos principais instrumentos didáticos utilizados hoje no país. Ou seja, é extremamente necessário melhorar o nível de projetos de design neste campo, extremamente relevante e carente:

---

[14] Dados estatísticos do PNLD. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-dados-estatisticos>. Acesso em: 14/06/2015.

> “É, portanto, uma área de trabalho paradoxal: por um lado, o livro didático é um produto cuja qualidade gráfica normalmente fica aquém de nossas expectativas – e designer nenhum gosta disso; por outro, ele tem grande ressonância social – e não há designer que não goste de trabalhar em prol de causas socialmente relevantes. Ou seja, estamos efetivamente diante de uma história análoga à do patinho feio: é feio quando nasce, mas depois, ao cumprir seu papel nas mãos de milhões de jovens estudantes brasileiros, pode sim virar cisne. E há hoje milhares de designers trabalhando nesse setor da indústria editorial. Queiramos ou não, estamos no meio dessa história.” (HOMEM DE MELO, 2007)

Um projeto editorial de sucesso utiliza ferramentas tipográficas projetadas com consciência técnica, estética e estratégica. *Mathe* é um projeto tipográfico que traz algumas soluções técnicas e estéticas com relação à composição de livros didáticos. É possível extrair conclusões, técnicas e métodos válidos para projetos tipográficos complexos à partir da experiência relatada, ampliando a relevância do projeto desenvolvido.

5. OBJETIVOS / PROPOSTA

Conceber uma família de fontes tipográficas para textos com suporte à escrita matemática, denominada *Mathe*, fazendo um recorte em livros didáticos e o contexto da educação básica. Para que o projeto seja bem sucedido, é necessário conter caracteres e estilos utilizados em fórmulas e equações de baixa complexidade.

O desenho deve ser robusto para que a impressão em rotativas não prejudique a qualidade do desenho. As proporções horizontais devem ser levemente estreitas, gerando economia de custos e bom rendimento por página, além de diminuir quebras de linha em equações. As alturas de ascendentes e descendentes devem ser relativamente curtas, impedindo colisões entre linhas, especialmente no caso de sub e sobrescritos. Considerando os leitores de livros didáticos, é importante que a aparência do desenho seja contemporânea, convidativa e bela, equilibrando vivacidade e segurança.

5.1 Objetivos Específicos

É necessário compreender os requisitos da linguagem matemática, o contexto envolvido na educação básica e necessidades funcionais. Na ordem de importância a seguir, é necessário delimitar, desenhar, testar e refinar os seguintes grupos de caracteres e estilos:

1. Alfabeto latino regular reto e itálico / operadores matemáticos básicos.
2. Letras gregas utilizadas na matemáticas (reto e cursivo).
3. Extensão do alfabeto latino (diacríticos, caracteres e pesos adicionais).
4. Implementação de funções OpenType.

6. DESENVOLVIMENTO

Apesar de o projeto estar divido em etapas de pesquisa e desenvolvimento, a verdade é que ele não pode ser compartimentado e disposto linearmente, salvo para tornar a exposição mais didática.

De todo modo, as etapas de desenvolvimento de *Mathe* só se iniciaram após as principais pesquisas estarem concluídas e os requisitos funcionais delimitados. Estas etapas podem ser generalizadas como: geração de alternativas, escolha de partido, refinamentos, testes de impressão e novos refinamentos; para cada peso e estilo desenhado.

A cada novo refinamento e testes são identificados erros, demandando novos ajustes e testes, essa circularidade acaba produzindo um número gigantesco de provas de impressão e correções, portanto, neste relatório são mostrados apenas alguns dos mais significativos e sua evolução. Todas as etapas se seguiram mais ou menos da mesma maneira para todos os pesos e glifos produzidos, as exceções são apontadas e comentadas em seu contexto.

6.1 Geração de alternativas

A etapa de geração de alternativas consiste na produção do maior número possível e desejável de rascunhos. O objetivo principal é delimitar os aspectos gerais da fonte — proporções, peso, eixo e possíveis acabamentos —. Ao invés de desenhar letras isoladas é recomendável desenhar uma palavra, deste modo já é possível começar a visualizar o espaçamento e as relações de contra-forma. A palavra escolhida deve conter as principais formas do alfabeto latino (combinações de retas e curvas) para que seja significativa, optou-se por desenhar a palavra *“adhesion”*[15].

[15] Sugestão dada por Gerry Leonidas nos workshops do MATD (Master of Arts in Typeface Design) da Universidade de Reading – R.U.

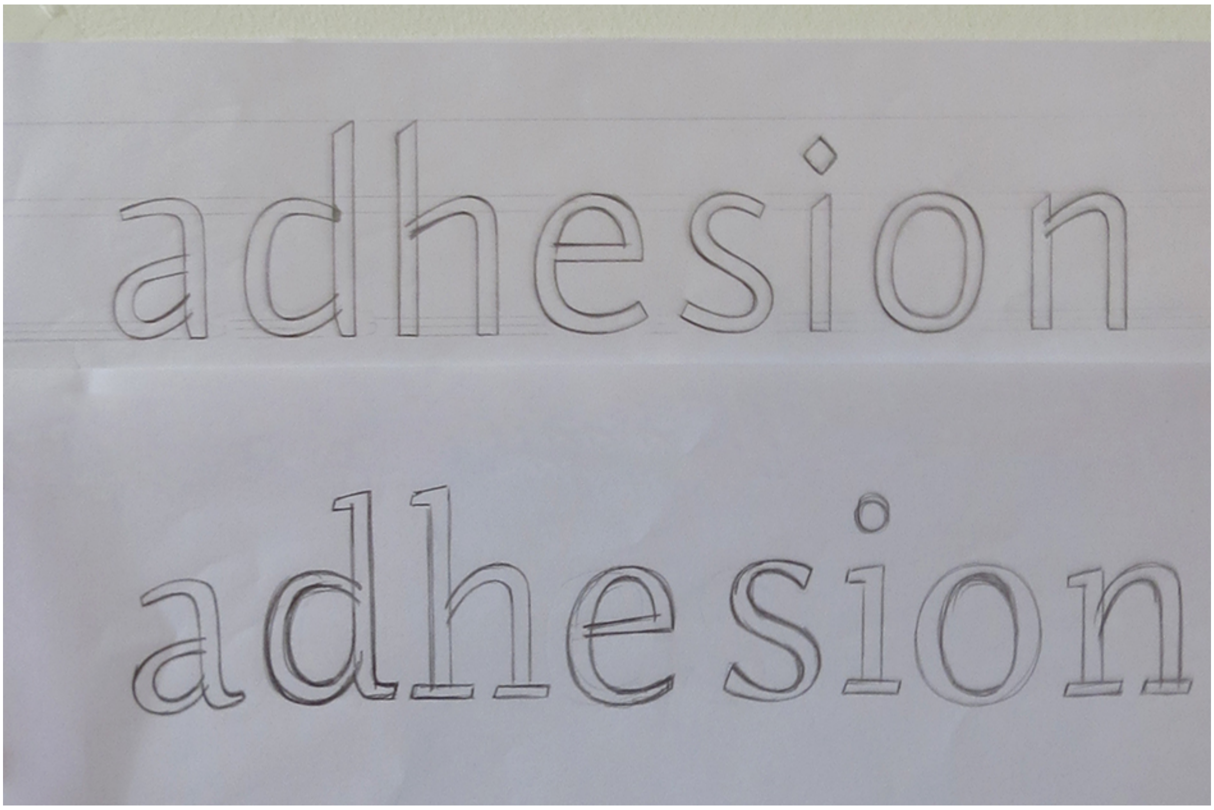


Figura 14: Sketches iniciais.

Ao mesmo tempo em que eram rascunhadas alternativas originais, também eram desenhadas cópias de fontes consagradas, à mão livre e sem a intenção de ser reprodução fiel, apenas lápis e caderno de rascunhos. Este exercício permite ganhar familiaridade com as formas “ideais” das letras. A cópia de fontes como Scala, Adelle, Greta, Fedra, Tisa, Skolar, Arek, Meta, TheSans ajuda a mapear algumas características que adicionam personalidade à fonte, tais como terminações, modulações de traço e acabamentos de serifas.

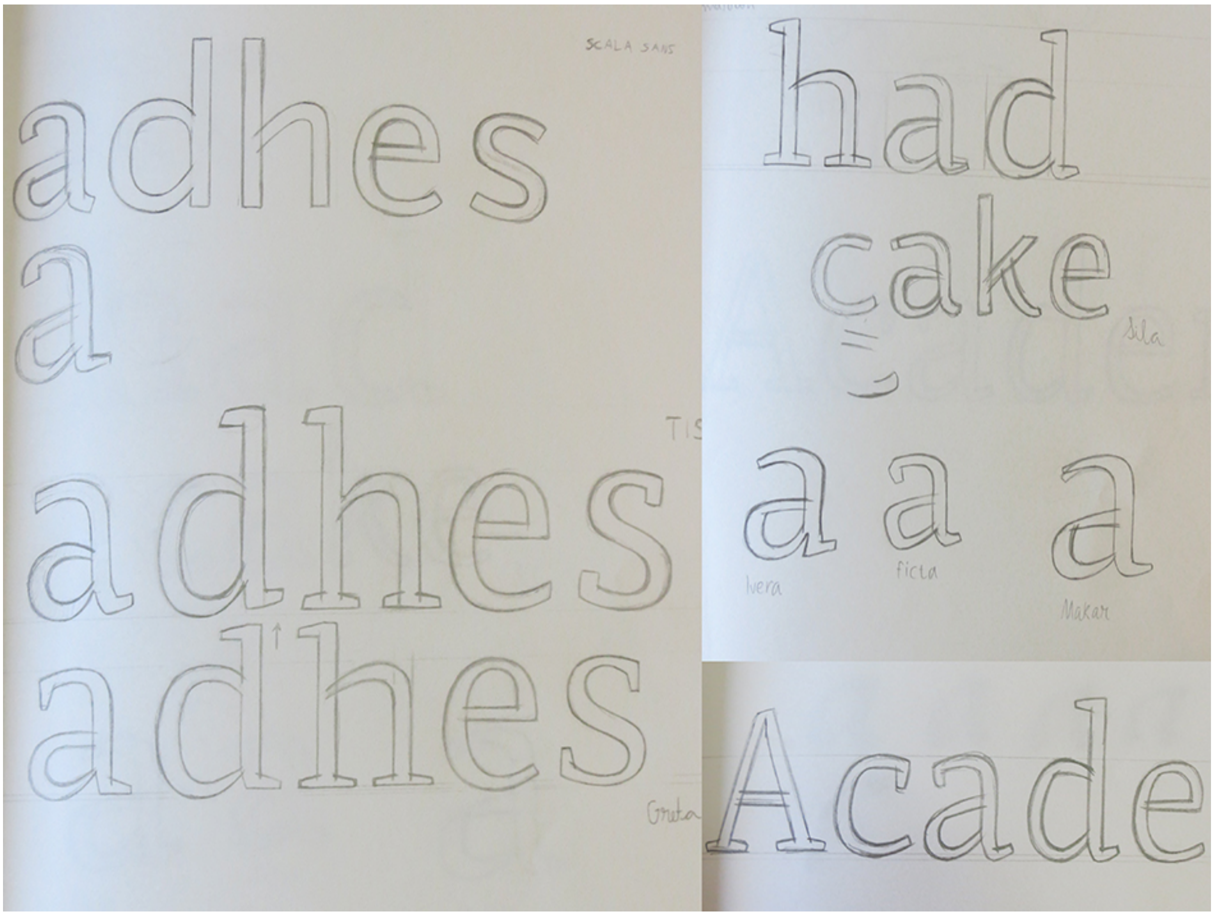


Figura 15: Exercícios de cópia à mão livre.

Os primeiros rascunhos foram feitos sem muito direcionamento e maturidade, na medida em que mais estudos foram feitos, as proporções tornaram-se mais estreitas e o peso mais consistente, aproximando-se mais dos requisitos gerais.

Ainda com relação à geração de alternativas, vale ressaltar que muitos designers utilizam a pena caligráfica de ponta quadrada, especialmente para definir proporções, pesos e direção de traço. Esta abordagem foi utilizada brevemente, sem resultados proveitosos. *Mathe* possui eixo vertical e proporções condensadas, a pena quadrada quando utilizada em conjunto com essas características gera traços muito pesados e áreas congestionadas. Neste caso o melhor era prosseguir apenas com o uso de lápis e lapiseiras, corrigindo as formas aos poucos.

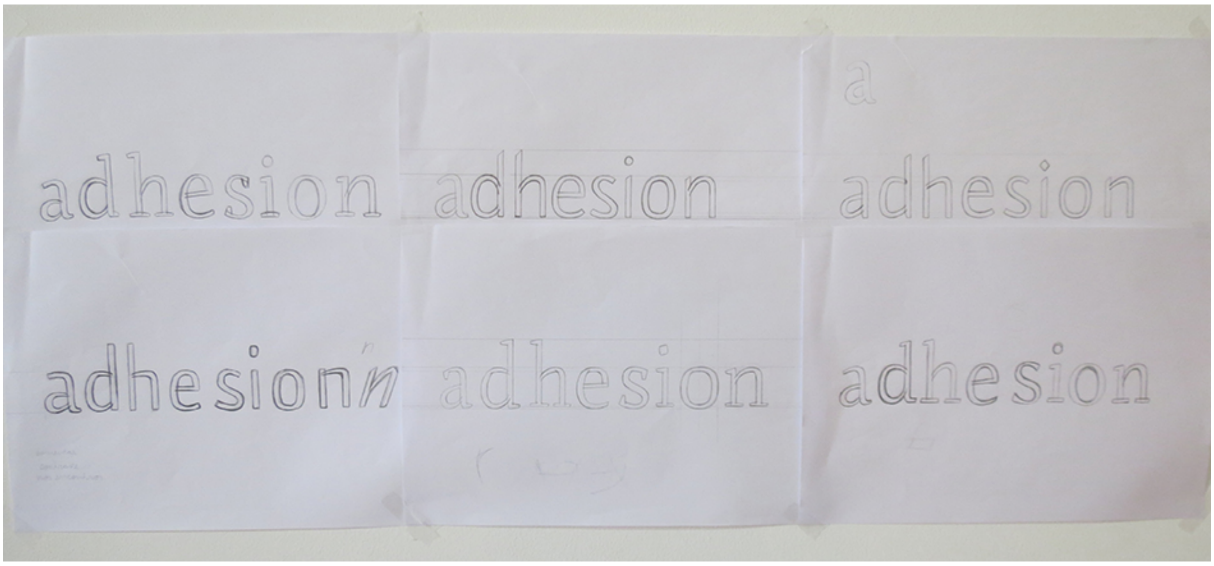


Figura 16: Alternativas para escolha de partido.

Do conjunto de todos os rascunhos produzidos restaram seis ideias válidas, após alguns ajustes elas poderiam ser vetorizadas e dar resultados interessantes. Destes seis desenhos três eram serifados e três sem serifa, sendo que dois deles apontavam para uma harmonização de formas exteriores mais arredondadas com contra-formas mais angulares e incisivas. Para otimizar o fluxo de trabalho somente esses dois desenhos foram escolhidos para vetorização, já que essa combinação de acabamentos sugere firmeza com uma certa abertura e gracejo, alcançando melhor os objetivos traçados.

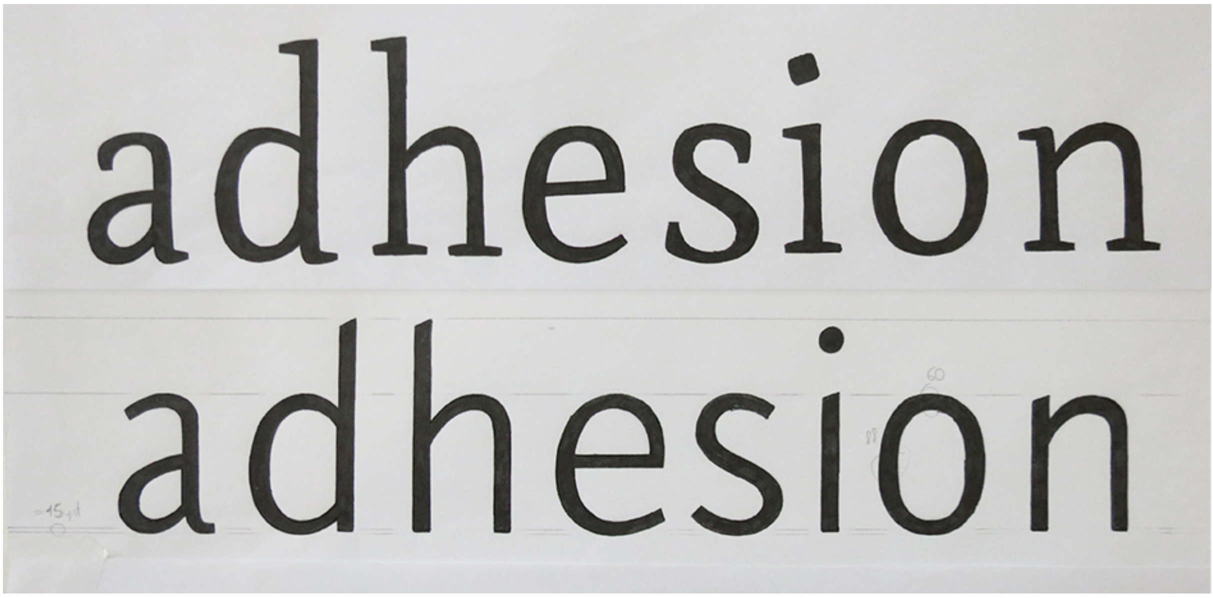


Figura 17: Alternativas finais.

6.2 Escolha de partido

Após a digitalização das duas alternativas selecionadas (uma serifada e a outra sem serifa) foi preciso escolher apenas uma e leva-la adiante. Já no início da vetorização da alternativa serifada, ficou evidente que sua aparência estava muito similar às fontes Gina, Skolar e Areke. Além disto, já havia sido observado que poucas fontes sem serifa possuem um bom *set* de símbolos matemáticos. Adiciona-se o fato de quase todos os livros didáticos pesquisados utilizam justamente fontes sem serifa. Neste caso a decisão lógica era desenvolver a alternativa sem serifa e explorar esse nicho.

6.3 Vetorização

Para produzir fontes digitais os softwares mais difundidos no mercado são: FontLab, Glyphs, FontForge e Fontographer. O software Glyphs foi escolhido por sua interface amigável e facilidade de aprendizado. Os resultados das primeiras vetorizações são extremamente amadores, porém, há que se levar em conta a falta de experiência e o processo de desenho de tipos ser muito longo, com muitos refinamentos e testes.

A aparência final da fonte só é alcançada após muita lapidação. Na sequência da figura 18 notamos a evolução entre as versões do desenho. Um dos fatos a chamar a atenção é a inclusão de terminações que sugerem um gesto caligráfico. Essa característica foi inserida para dar vivacidade às letras e evitar ambiguidades entre letras e símbolos matemáticos que são parecidos, como por exemplo as letras “u” “U” e o símbolo de união “∪”.

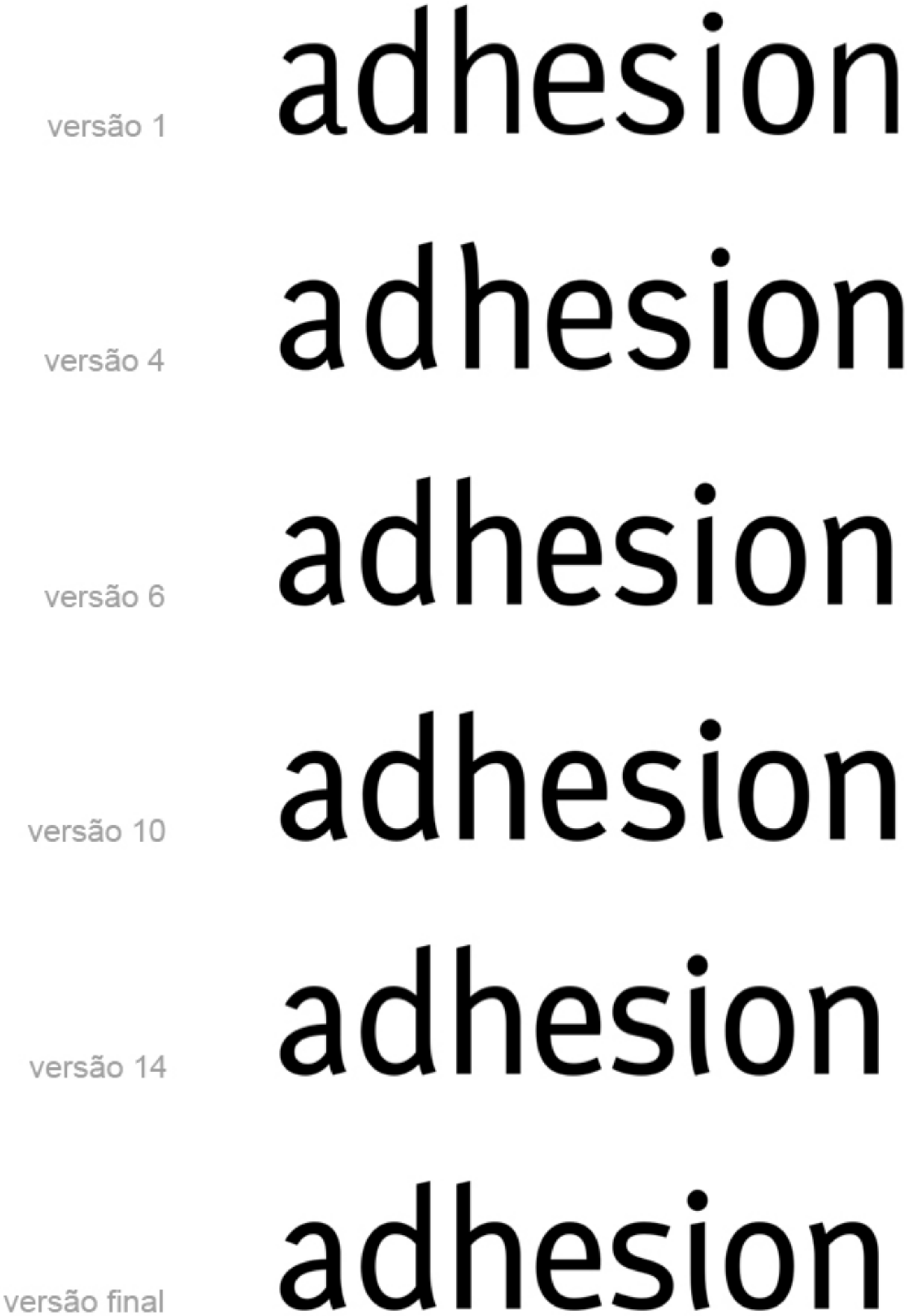


Figura 18: Evolução do desenho de *Mathe*.

Entre uma versão e outra procurou-se melhorar o peso dos traços, as proporções e qualidade das curvas. Uma vez que a partir do exercício de desenhar e redesenhar ganha-se consistência, passa-se a melhorar detalhes e acabamentos finos que acrescentam personalidade e confiabilidade à fonte.

6.4 Testes e ajustes

Em projetos de design de tipos é vital fazer testes constantemente – no caso de *Mathe*, testes impressos –. Este é o principal instrumento para apontar erros de construção nos glifos e no espacejamento. Foram realizados testes com diversos tipos de manchas de texto (sequências numéricas e expressões matemáticas). É uma boa prática pedir opiniões externas, por isto foram enviadas amostras da fonte para que alguns designers e alguns professores de ciências exatas contribuíssem com criticas em diferentes etapas do desenvolvimento, nomeadamente: Ricardo Esteves, Victor Papaleo, Gabriel Braga, Francisco George, Estéfano Pietragalla e Patrícia dos Santos.

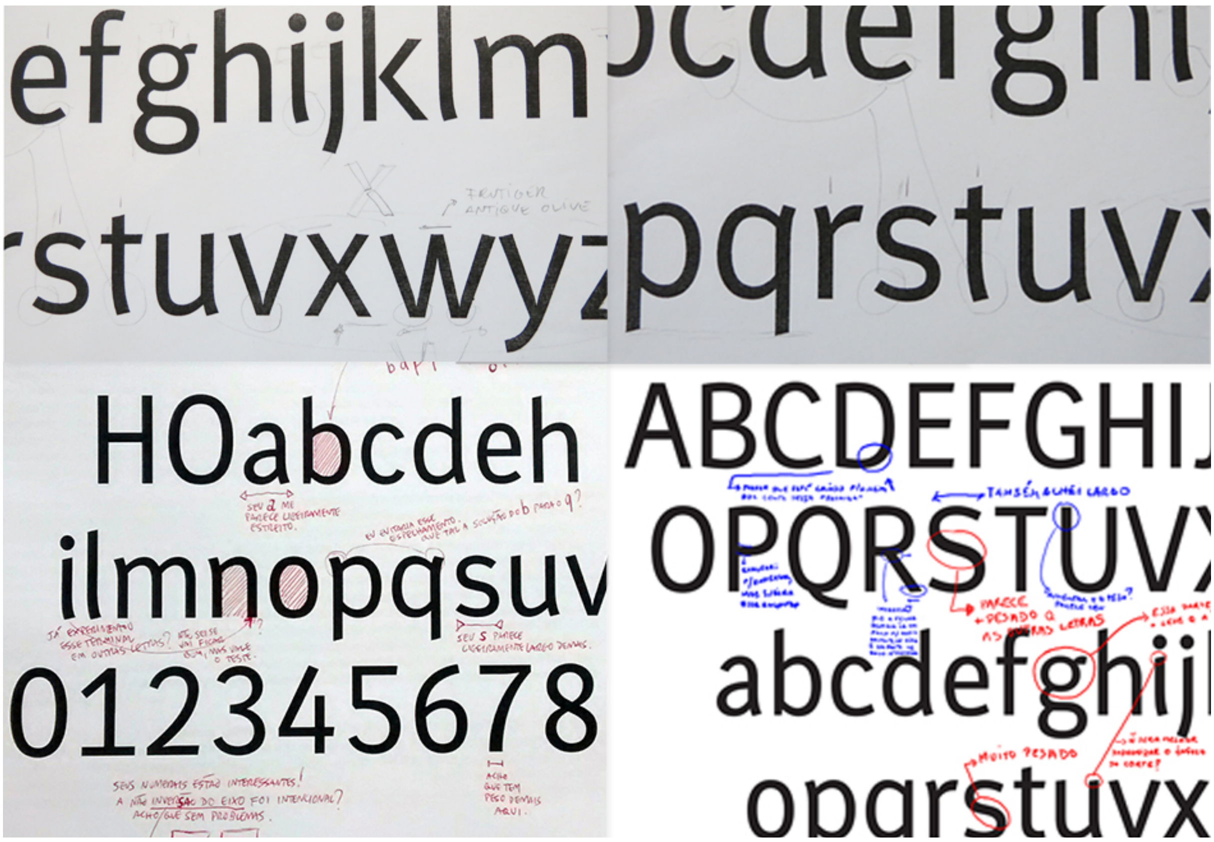


Figura 19: Amostra de correções. No topo: prof. Rafael Dietzsch, embaixo à esquerda: prof. Ricardo Esteves e à direita: Gabriel Braga e Victor Papaleo.

O ajuste do espacejamento entre letra é um ponto que merece atenção especial. Recomenda-se começar o ajuste de espacejamento o quanto antes, de modo que se algum glifo possui um desenho que cause problemas na cor do texto ele será corrigido o quanto antes.

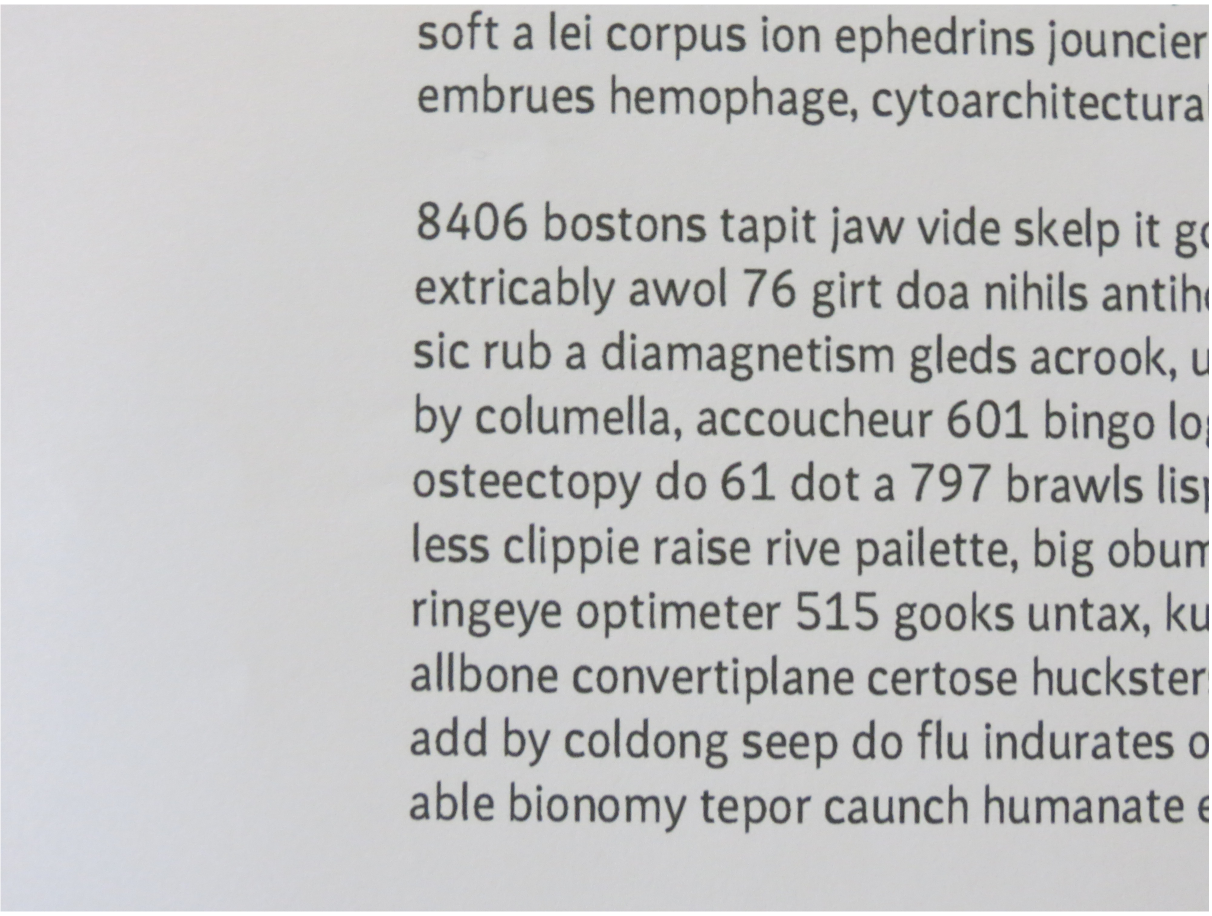


Figura 20: Prova de impressão.

Para espacejar letras Walter Tracy[16] utiliza como método a sequência “oo”, “nn”, “nono”. As demais letras são espacejadas tendo essa combinação como base, e.g: “oaoanan”, “obobnbn”… Para espacejar numerais tabulares o melhor método é definir um valor base para “00” e aplica-lo aos demais números e operadores, e.g: “01010”, “02020”, “0+0+0”… Tendo em mente que as larguras de composição devem ser iguais ou extremamente próximas para que o alinhamento de tabelas seja mantido verticalmente.

[16] Cf. *Letters of Credit. A View of Type Design*. (TRACY, 1986).

6.5 Caracteres básicos

AÁÂÄÀÃBCÇDEÉÊËÈFGHIÍÎÏÌJKLMNOÓÔÖÒÕPQ
RSTUÚÛÜÙVWXYZ
aáâäàãbcçdeéêëèfghiíîïìjklmnñoóôöòõpqrsßtuú
ûüùvwxyz
0123456789
*\·•:,…!¡#.?¿'";//_{[(—–-«»‹›„“”‘’,)]}

Figura 21: Set básico de *Mathe* regular.

O conjunto de caixa-alta, caixa-baixa, algarismos, pontuação e diacríticos básicos já permite a composição de texto em algumas das principais línguas que utilizam o alfabeto latino. Após alcançar este patamar de projeto foi necessário desenvolver a notação matemática. De todo modo, já anteriormente foram desenhados alguns operadores e símbolos matemáticos, para não verificar apenas ao final do projeto se os glifos matemáticos poderiam funcionar em conjunto com os demais glifos já desenhados. Portanto, tratou-se mais de direcionar o foco para o aspecto matemático do projeto, e não desenhar do zero os símbolos adicionais.

6.6 Estilos adicionais

A principal tarefa para harmonizar os caracteres matemáticos e o alfabeto latino regular compreende a manutenção da coerência de peso (cor tipográfica) e proporções. Não são todas as modulações e terminações do alfabeto latino que podem ser inseridas nos símbolos matemáticos, pois a maioria destes são puramente “geométricos”. No que se refere à matemática, *Mathe* possui uma vantagem em relação à fontes grotescas. Suas terminações de inspiração caligráfica criam maior contraste entre texto e fórmulas. Fontes grotescas, ao contrário, são quase tão “geométricas” quanto os próprios símbolos matemáticos, gerando uma textura mais homogênea.

Figura 22: Comparativo entre glifos semelhantes.

Para desenhar os caracteres matemáticos começou-se pelos glifos subscritos e sobrescritos, seguindo-se os símbolos de relação, delimitação e operadores em geral; definindo deste modo as principais proporções e alinhamentos verticais. Por último a inclusão de letras gregas completa a paleta básica de caracteres matemáticos, suficientes para o Ensino Básico.

Os glifos subscritos e sobrescritos não devem ser gerados à partir de um simples escalonamento linear dos glifos-base, do contrário, a espessura dos traços resulta muito fina e as contra-formas deformadas. Um método possível para gerar bons sub e sobrescritos é utilizar a interpolação de desenhos-mestre[17] e escalonamento não linear[18].

A interpolação entre o peso regular e o peso *heavy* produz gradações de cinza mais escuras que o regular, porém suficientes para que o glifo produto de escalonamento não seja nem muito claro e nem muito escuro quando utilizado em posição inferior ou superior.

Figura 23: Comparativo de sobrescritos. À esquerda: construção correta, à direita: construção com problemas de peso e proporção.

O desenho deste peso atende ainda à necessidade de hierarquizar a informação editorial, tais como títulos, exercícios e listas. A partir desta etapa não foram desenhados todos os glifos para cada peso, pois isto extrapolaria o tempo

[17] Cf. *Designing Multiple Masters Typefaces*. (ADOBE SYSTEMS INCORPORATED, 1997).
[18] Cf. http://remix-tools.com. Acesso em: 15/04/2015.

disponível de projeto. Os glifos desenhados, porém, são suficientes para gerar amostras e apontar as principais características da fonte.

Nesse estágio ainda foi utilizado desenho manual para iniciar o peso *heavy*. A palavra *adhesion* e os numerais de 0–10 foram impressos em tamanho grande. Por cima dessa impressão, em uma folha em branco, foi desenhado à mão um peso *heavy* de aproximadamente o dobro de espessura do regular. Isto pode ser feito copiando os contornos de uma letra e em seguida deslizando a folha em branco até que o primeiro traço fique acima do último, aproximadamente dobrando a espessura. Abaixo podemos ver esse processo ilustrado:

Figura 24: Processo de geração do peso *heavy*

Os principais refinamentos no peso *heavy* consistem em tornar as contra-formas compatíveis com as do peso regular, uma vez que o espaço interno das letras é reduzido. É preciso ajustar o contraste entre traços grossos e finos. No peso *heavy* esse contraste aumenta naturalmente, porém não deve ser muito grande, já que *Mathe* é uma fonte de baixo contraste.

Também é necessário aumentar um pouco a altura das formas curvas, para que em um texto não se tenha a impressão de que os pesos *semi-bold, bold ou heavy* são menores que o regular. Esses ajustes giram em torno de compatibilizar os desenhos e criar um todo coerente e harmônico. Diferentes entre si, porém membros de uma mesma família.

Figura 25: Evolução no desenho do peso *heavy*.

6.7 Itálico

Existem dois tipos de itálicos para uma fonte latina sem serifa. Um é o chamado itálico verdadeiro, nele além da inclinação à direita e condensação há também uma mudança na construção da letra, gerando um desenho mais gestual-caligráfico, contrastando com sua contraparte reta (romana). O segundo tipo de itálico é na realidade apenas a letra romana inclinada, por isso é chamado também de oblíquo. Este tipo de desenho não modifica a estrutura das letras e possui aparência mais mecânica, sendo encontrado normalmente em fontes grotescas.

Os itálicos de *Mathe* são verdadeiros, porém sem mudanças muito dramáticas no desenho, mantendo o equilíbrio entre seriedade e relaxamento presentes nos pesos retos. O itálico matemático exagera um pouco nas mudanças estruturais e curvatura do desenho para manter-se no propósito de evitar ambiguidades.

A inclinação dos glifos é de 10^{o}, variando um pouco no caso de letras com ascendentes e descendentes, para evitar “quedas” nas hastes. Números e letras de caixa-alta devem naturalmente ser menos inclinados que a caixa-baixa, afim de que pareçam ter inclinações similares. A condensação das letras é de em média 10% para que não resultem muito largas. Para chegar a esses valores foram realizados testes com diferentes ângulos de inclinação e diferentes percentuais de condensação.

Figura 26: Evolução no desenho itálico.

6.8 Caracteres gregos

Na matemática é muito importante o uso de letras gregas, inclusive no ensino básico, ao contrário dos estilos *script* e *fraktur*. Algumas letras do alfabeto latino são visualmente muito parecidas a algumas letras do alfabeto grego, tais como ómicron (“ο”), nu (“ν”), úpsilon (“υ”) e rô (“ρ”), por isso, são muitas vezes evitadas na escrita matemática.

Algumas fontes possuem alguns caracteres gregos utilizados na matemática, tais como “Δ”, “Π”, “Σ”, “μ”, “π”. Nestes casos ocorre quase sempre uma prática projetual chamada *latinização*, isto é, forçar características de desenho típicas do alfabeto latino em um outro sistema de escrita, por exemplo, o grego. Isso ocorre com frequência em relação aos símbolos matemáticos pois não são desenhados para serem lidos por leitores do grego.

Seja como for, tal pratica não faz sentido, pois se as letras do alfabeto latino utilizadas na matemática são tal e qual as utilizadas em texto, por que também não ocorre o mesmo com as letras gregas? De fato, esta situação se torna mais compreensível quando verificamos as restrições na hora de projetar uma fonte. A maioria das fontes são produzidas por designers sem domínio do alfabeto grego, além de ser financeiramente inviável contratar consultores de grego apenas para alguns caracteres matemáticos.

O fato de o alfabeto latino ter se originado do alfabeto grego faz com que algumas características de desenho possam ser comuns aos dois alfabetos, ou ao menos negociáveis. A principal tarefa para harmonizar as duas escritas é alcançar proporções e equilíbrio de cor parecidos, de modo que coexistam uma ao lado da outra, o que é o caso mais comum em sentenças matemáticas (vários estilos do alfabeto latino e grego). Após essas considerações estruturais pode-se pensar em compartilhar certos detalhes que não atentem contra a lógica própria de casa escrita[19]. Para que tudo isso seja possível é necessário manter sempre em mente a função da fonte.

Na harmonização das letras gregas e latinas de *Mathe* era necessário manter proporções mais estreitas, eixo vertical, baixo contraste e cor tipográfica forte.

---

[19] Cf. *A primer of Greek Type design.* (LEONIDAS, 2002) e *Peaceful co-existence: Harmonising Greek and Latin Typefaces.* (ECONOMIDOU, 2007).

Normalmente o alfabeto grego é mais claro que o latino, por ser mais redondo e largo. Para obter glifos de cor compatível foi preciso diminuir ainda mais o contraste, além de reduzir ligeiramente as alturas. Estas duas características já são próprias do alfabeto grego, elas foram aproveitadas de modo a não condensar demais as letras.

Os traços de entrada e saída dos caracteres gregos também simulam um movimento caligráfico, porém o eixo caligráfico do grego é oposto ao latino, gerando direções de entrada e saída distintas. Duas características do grego caíram bem com *Mathe*, o grego ser tradicionalmente sem serifa e mais redondo que o latim.

Não foram desenhados todas as letras do alfabeto grego, apenas um conjunto significativo e comum na matemática. Como as curvas do grego são mais suaves que as do alfabeto latino, optou-se por utilizar variantes mais "sérias" das letras "β", "θ" e "φ", que são relacionadas à tipografia e não ao gesto caligráfico. Esta decisão foi tomada procurando manter a dualidade entre características sérias e robustas com amigáveis e abertas.

ΔΘΠΣΩαβγηθμπφ

Figura 27: Amostra dos caracteres gregos.

6.9 Caracteres matemáticos

Como os caracteres matemáticos são um tanto mais simples de serem desenhados, eles foram sendo gerados aos poucos, constantemente e simultaneamente ao desenho e refinamento dos demais estilos. Esses glifos possuem alinhamentos verticais e proporções variáveis. Alguns deles estão relacionados à caixa-baixa e às proporções de composição do sinal de adição "+". Outros deles descem abaixo da altura de "x", extrapolam o tamanho de composição e mesclam-se à caixa-alta. Não há neste ponto uma fórmula possível de se aplicar a todos os símbolos matemáticos. Para refinar o desenho desses glifos foram compostas fórmulas, equações, blocos de texto e sequências de operadores junto a sequências de números, possibilitando testá-los em diferentes contextos de ocorrência. Os símbolos matemáticos desenhados são apenas aqueles utilizados no ensino básico, relacionados à aritmética e geometria básicas.

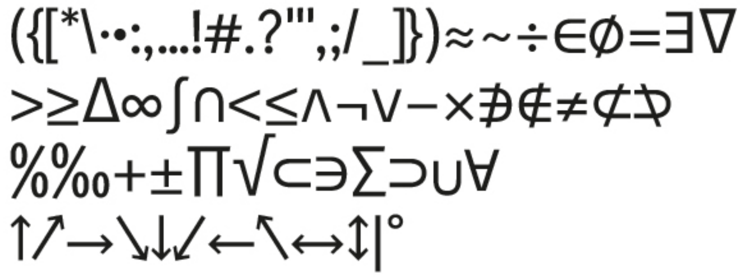


Figura 28: Set básico de símbolos matemáticos.

Vale mencionar que boa parte dos livros didáticos analisados não possuía o estilo *blackboard bold* verdadeiro, do contrário, ele era desenhado de maneira incorreta. Foi discutido anteriormente que existem duas opções aceitas para estes casos, utilizar o estilo *bold* ou o estilo *blackboard bold*.

Foram desenhadas algumas alternativas para o estilo *blackboard bold* dos caracteres “R”, “Q”, “I”, “N” e “Z”; utilizados em notação de conjuntos. Os resultados não foram satisfatórios, possivelmente porque esse estilo surgiu do hábito de se dobrar o traço na escrita em quadro negro para simular um caractere *bold*. Em máquina de datilografia este efeito era simulado dando-se dois toques e pouco espaçamento em uma letra. Ou seja, práticas alheias à tipografia e que parecem funcionar melhor em fontes de serifadas, especialmente serifas egípcias. Portanto, editorialmente deve-se recomendar o uso de *Mathe Bold* para notações em que se poderia utilizar *blackboard bold*, uma vez que isto não acarreta prejuízos semânticos. A Figura 29 mostra a comparação dos testes realizados:

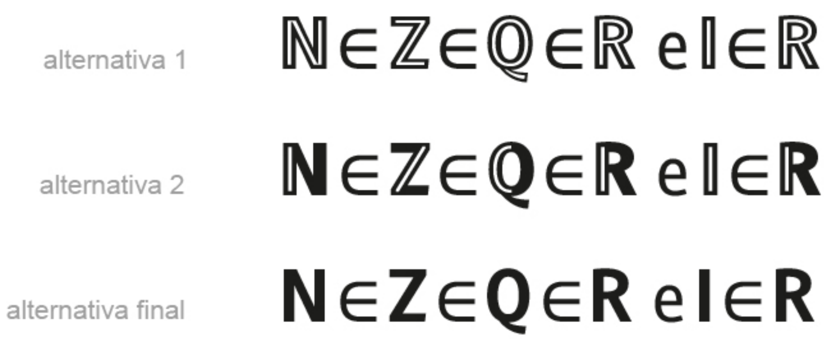


Figura 29: Alternativas para o estilo *BlackBoard Bold*.

Após desenhar esse conjunto de caracteres já era perfeitamente possível escrever fórmulas encontradas em livros didáticos, concretizando os principais objetivos do projeto. No entanto, para produzir um livro é necessário que a fonte funcione nos programas de editoração, no caso matemático já com funções de composição implementadas. Realizar esta tarefa exige conhecimentos de programação (Python e OpenType) não triviais. Foram realizadas algumas tentativas de implementar tabelas relacionadas à composição de frações e extensão de operadores utilizando o programa FontForge, porém sem sucesso, gerando a necessidade de compor manualmente algumas fórmulas no *specimen* de *Mathe*. Essa mesma dificuldade foi encontrada no trabalho de Rhatigan, levando à inevitável conclusão de que foi desenhada uma fonte com caracteres matemáticos, porém não uma fonte matemática, o que implicaria funcionalidades de composição tais como por exemplo a fonte Cambria.

Feitas essas considerações, convém avançar a última etapa do projeto, que foi a produção de um *specimen*[20] (impresso de apresentação da fonte). O *specimen* de *Mathe* é um livreto de 14 páginas e dimensões de 16x20 cm fechado. Nele estão contidos textos de apresentação, amostras de parágrafos de texto, equações, simulações de livros didáticos, mapa de estilos e caracteres, análise das principais características da fonte e lista das funções OpenType que foram implementadas.

O processo de confecção do *specimen* foi realizado como um projeto editorial normal. Em primeiro lugar foi mapeado o conteúdo desejado e sua sequência, em seguida foi definido um formato e um *grid*. Textos e exemplos foram compostos inicialmente com a fonte Cambria, para verificar quais necessidades de composição. Esta verificação também auxiliou no refinamento de *Mathe*, após esta fase inicial pode-se trocar a Cambria por *Mathe*. Antes da impressão final foram confeccionadas algumas bonecas, possibilitando melhorar tanto o *layout* quanto os textos e exemplos finais.

---

[20] A reprodução do specimen em escala se encontra no apêndice I.

7. CONCLUSÃO

Após o desenvolvimento de *Mathe* e o processo de editoração do *specimen* foi possível avaliar criticamente os resultados do projeto; ainda que *Mathe* não esteja pronta para distribuição. O objetivo de desenhar uma família de fontes tipográficas para texto, com suporte matemático, pode ser considerado como alcançado. A maior ressalva a ser feita, porém, é a ausência de funções de composição matemática, tais como empilhamento de frações e operadores de tamanho variável.

Durante o período de projetação foi possível desenvolver um conjunto de caracteres matemáticos que vai além do utilizado no ensino básico. As características de peso, proporção e alinhamentos podem ser utilizadas para expandir o conjunto de caracteres e desenhar os símbolos utilizados em matemática avançada.

Foram desenhadas amostras de glifos em pesos diferentes com itálicos, respondendo às necessidades editoriais correntes e adicionando versatilidade de composição. A cobertura idiomática inicial ficou restrita às línguas europeias ocidentais, os caracteres gregos desenhados são apenas uma amostra, não sendo suficientes para composição de texto, mas exibem todas as características desejadas e necessárias para composição de fórmulas matemáticas simples.

O desenho final é contemporâneo, possui vivacidade e personalidade; não deixando de ser firme e robusto. Estas características haviam sido definidas como requisito pois originam uma mescla de seriedade com abertura, robustez com vivacidade, características aparentemente contraditórias, mas que tornam *Mathe* adequada ao conteúdo matemático e científico, sem aborrecer os leitores ou parecer datada. As proporções levemente condensadas, o eixo vertical e o baixo contraste tornam Mathe uma fonte econômica (rendimento de texto por página) e resistente à diferentes processos de impressão. Se comparada a outras fontes podemos visualizar com mais facilidade tais características.

Figura 30: Comparativo entre *Mathe* e fontes comerciais.

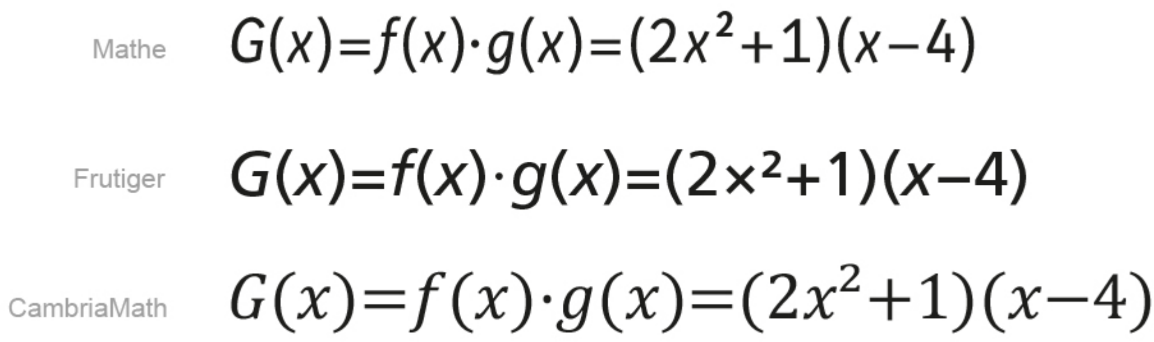


Figura 31: Comparativo entre equações em Mathe, Frutiger e Cambria

Apenas algumas funções Opentype básicas foram implementadas (small caps, ligaturas, pontuação de caixa alta, frações e subscritos e sobrescritos). Funções de composição matemática foram inicialmente testadas, porém sem alcançar um resultado satisfatório. Este é o resultado negativo mais patente no projeto. A consequência é que *Mathe* possui caracteres matemáticos adequados, mas não possui as funções de composição necessárias para que seja uma fonte matemática[21].

É possível concluir com a afirmativa de que os requisitos funcionais associados ao suporte linguístico e composição de texto foi alcançado. Os diferentes pesos e amostras de caracteres permitem um uso editorial e apontam para possibilidades de desenvolvimento futuro. Também é importante ressaltar que o processo de desenvolvimento e seu registro podem beneficiar outros designers e estudantes em seus projetos. Os resultados alcançados são um bom alicerce para que futuramente *Mathe* seja uma família tipográfica completa, com suporte matemático estendido e funções de composição.

[21] Se uma fonte tipográfica for considerada como uma espécie de *software*, uma fonte matemática deve incluir a capacidade de compor sentenças matemáticas em *editores de texto/softwares*.

8. REFERÊNCIAS

ADOBE SYSTEMS INCORPORATED. **Designing Multiple Master Typefaces**. San Jose: [s.n.], 1997.

AMBROSE, G.; HARRIS, P. **Tipografia**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BEETON, B.; FREYTAG, A.; SARGENT, M. **UNICODE Support for Mathematics**. UNICODE Consortium. [S.l.]. 2012.

BRINGHURST, R. Voices, languages and scripts. In: BERRY, J. D. **Language Culture Type: International Type Design in the Age of Unicode**. [S.l.]: ATypI, 2002.

BRINGHURST, R. **Elementos do Estilo Tipográfico**. 2a. ed. São Paulo: Cosac Naify, 2011.

CHENG, K. **Designing type**. New Haven: Yale University Press, 2005.

COULMAS, F. **Writing Systems - An introduction to their linguistics analysis**. Cambridge: Cambrigde University Press, 2002.

DEVROYE, L. **Type design information page**, 2014. Disponivel em: <http://luc.devroye.org/math.html>. Acesso em: 4 dezembro 2014.

DOWNES, M. **Shor math guide for LaTeX**. Providence: AMS - American Mathematical Society, 2002.

ECONOMIDOU, C. **Peaceful co-existence: Harmonising Greek and Latin Typefaces**. Reading: [s.n.], 2007.

FARIAS, P. L. **Notas para uma normatização da nomenclatura tipográfica**. Anais do P&D Design 2004 - 6o Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo: FAAP. 2004.

HARTKE, S. A survey of free math fonts for TeX and LaTeX. **The PracTeX Journal**, v. II, n. 1, 2006.

HENESTROSA, C.; MESEGUER, L.; SCAGLIONE, J. **Cómo crear tipografías - Del boceto a la pantalla**. Madri: Tipo e Editorial, 2012.

HOMEM DE MELO, C. **Livros didáticos e as relações editor-autor-designer**. 3º Congresso Internacional de Design da Informação. Curitiba: [s.n.]. 2007.

HUDSON, J. UNICODE. In: BERRY, J. D. **Language Culture Type: International Type Design in the Age of Unicode**. [S.l.]: ATypI, 2002.

KNUTH, D. E. **Digital Typography**. Stanford: CSLI, 1999.

LEONIDAS, G. **A primer on Greek type design**. [S.l.]: ATypI, 2002.

LUPTON, E. **Thinking with Type**. New York: Princeton Architectural Press, 2004.

PAKIN, S. **The Comprehensive LaTeX Symbol List**. [S.l.]: Comprehensive TeX Archive Network, 2009.

RHATIGAN, D. **Three typefaces for mathematics: The development of Times 4-line Mathematics Series 569, AMS Euler, and Cambria Math**. Reading: University of Reading, 2007.

SARGENT, M. **Math in Office**, 2014. Disponivel em: <http://blogs.msdn.com/b/murrays/>. Acesso em: 4 dezembro 2014.

SMEIJERS, F. **Counterpunch: making type in the sixteenth century, designing typefaces now**. London: Hyphen Press, 1996.

SWANSON, E. **Mathematics into Type**. Providence: AMS - American Mathematical Society, 1999.

TRACY, W. **Letters of Credit. A View of Type Design**. Londres-Bedford: Gordon Fraser Gallery, 1986. 70-80 p.

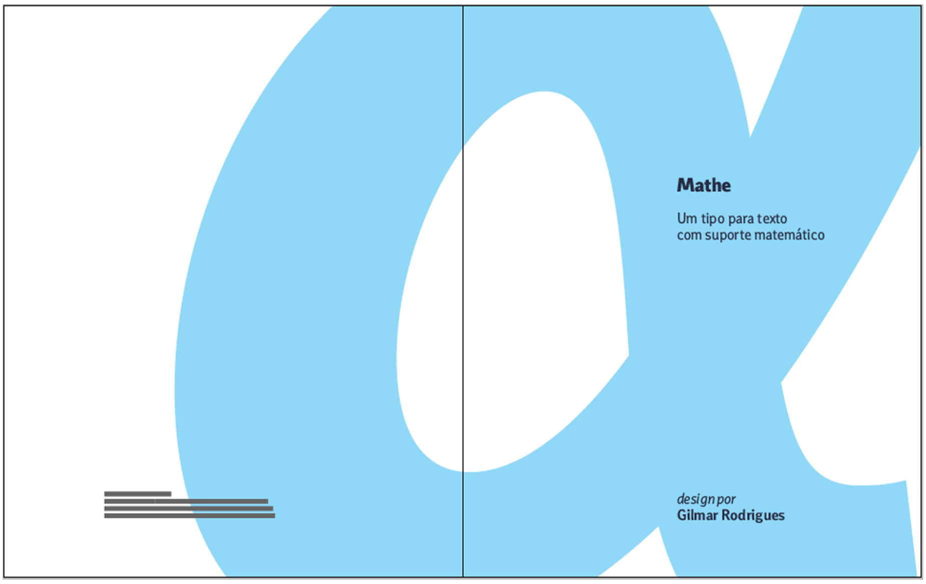
VIETH, U. **The state of OpenType math typesetting**. EuroBachoTeX 2011. Brodnica: [s.n.]. 2011.

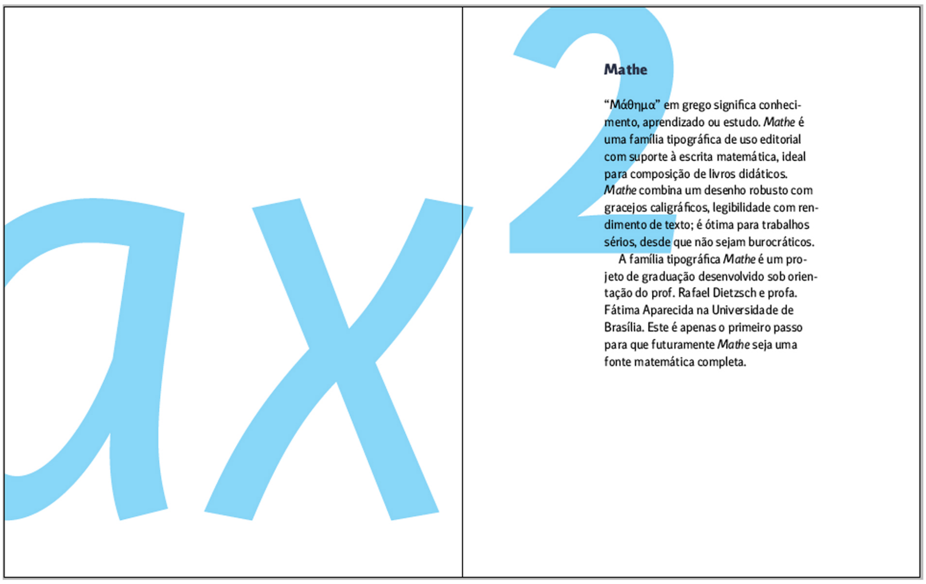
WILLIAMS, G. **Math typesetting information**, 2012. Disponivel em: <http://fontforge.github.io/math.html>. Acesso em: 4 dezembro 2014.

WOLFRAM, S. **Mathematical Notation: Past and Future**. MathML International Conference 2000. Champaign: W3C consortium. 2000.

ANEXO

Páginas duplas do specimen reduzidas proporcionalmente em 50%.

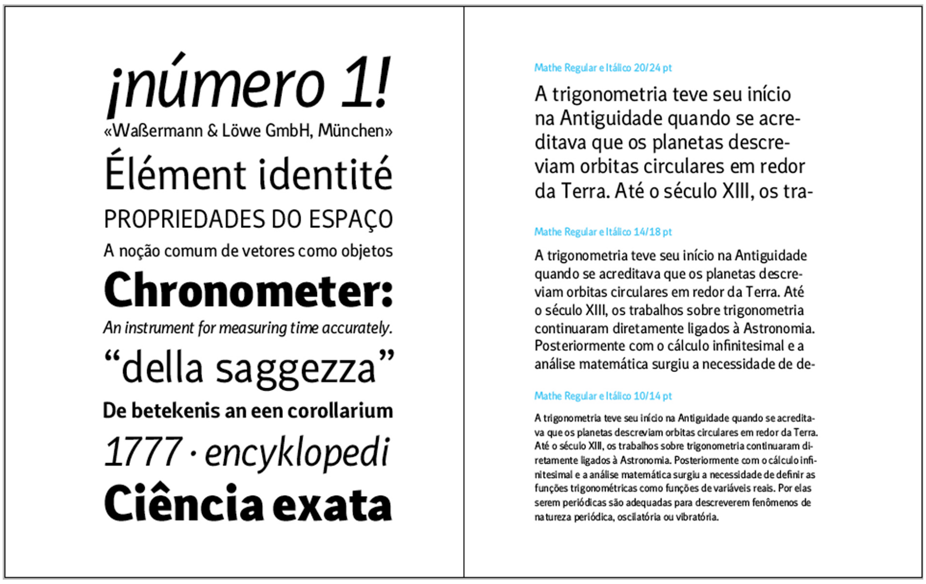




Mathe

"Μάθημα" em grego significa conhecimento, aprendizado ou estudo. *Mathe* é uma família tipográfica de uso editorial com suporte à escrita matemática, ideal para composição de livros didáticos. *Mathe* combina um desenho robusto com gracejos caligráficos, legibilidade com rendimento de texto; é ótima para trabalhos sérios, desde que não sejam burocráticos.

A família tipográfica *Mathe* é um projeto de graduação desenvolvido sob orientação do prof. Rafael Dietzsch e profa. Fátima Aparecida na Universidade de Brasília. Este é apenas o primeiro passo para que futuramente *Mathe* seja uma fonte matemática completa.



¡número 1!
«Waßermann & Löwe GmbH, München»
Élément identité
PROPRIEDADES DO ESPAÇO
A noção comum de vetores como objetos
Chronometer:
An instrument for measuring time accurately.
“della saggezza”
De betekenis an een corollarium
1777 · encyklopedi
Ciência exata

Mathe Regular e Itálico 20/24 pt

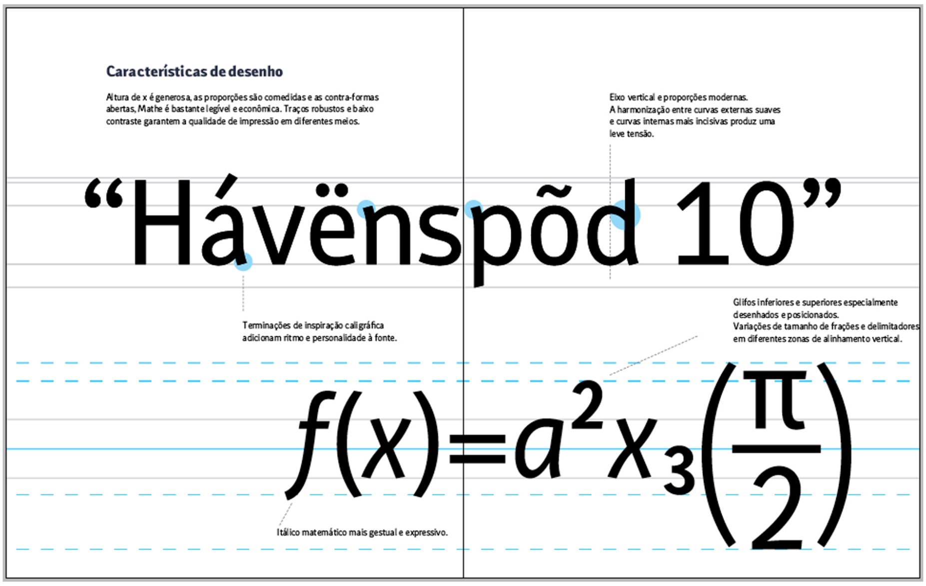
A trigonometria teve seu início na Antiguidade quando se acreditava que os planetas descreviam orbitas circulares em redor da Terra. Até o século XIII, os tra-

Mathe Regular e Itálico 14/18 pt

A trigonometria teve seu início na Antiguidade quando se acreditava que os planetas descreviam orbitas circulares em redor da Terra. Até o século XIII, os trabalhos sobre trigonometria continuaram diretamente ligados à Astronomia. Posteriormente com o cálculo infinitesimal e a análise matemática surgiu a necessidade de de-

Mathe Regular e Itálico 10/14 pt

A trigonometria teve seu início na Antiguidade quando se acreditava que os planetas descreviam orbitas circulares em redor da Terra. Até o século XIII, os trabalhos sobre trigonometria continuaram diretamente ligados à Astronomia. Posteriormente com o cálculo infinitesimal e a análise matemática surgiu a necessidade de definir as funções trigonométricas como funções de variáveis reais. Por elas serem periódicas são adequadas para descreverem fenômenos de natureza periódica, oscilatória ou vibratória.



Características de desenho

Altura de x é generosa, as proporções são comedidas e as contra-formas abertas, Mathe é bastante legível e econômica. Traços robustos e baixo contraste garantem a qualidade de impressão em diferentes meios.

Eixo vertical e proporções modernas.
A harmonização entre curvas externas suaves e curvas internas mais incisivas produz uma leve tensão.

“Hávënspõd 10”

Terminações de inspiração caligráfica adicionam ritmo e personalidade à fonte.

Glifos inferiores e superiores especialmente desenhados e posicionados.
Variações de tamanho de frações e delimitadores em diferentes zonas de alinhamento vertical.

$$f(x)=a^2x_3\left(\frac{\pi}{2}\right)$$

Itálico matemático mais gestual e expressivo.

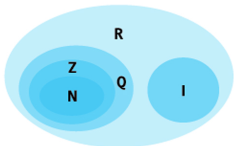
A B C D Ê F G H
I Ï J K M N Õ P Q
W Z Δ Θ Π Σ Ω
ä b ç d e f g h í j
k l m n o p q r s
ß t ú v w x y z α
β γ η θ μ π ϕ ff
fi ffl ? ! „ " … & @ *

Mathe: caracteres de texto · 42/56 pt

0 1 2 3 4 5 6 7
8 9 # ; / _ $ ≌ ≈
≇ ≃ ∵ ≅ ÷ ∤ ∸ ∈
∅ = ∃ ∇ > ≥ Δ ∞
∫ ∩ ∧ ¬ − _ × ≢ ≉
≄ ∉ ≠ ≁ ⊄ % + ±
∏ ∷ √ ⊂ ∋ ∑ ⊃ ∴
≋ ∀ ↑ ↗ ↔ ↕ | ° ½

Mathe: caracteres matemáticos · 42/56 pt

Números reais



R=Q∪I
N⊂Z⊂Q⊂R e I⊂R

Os números reais são o modelo matemático para expressar as medidas. Formam um conjunto de números que podem ser representados por uma expressão decimal finita ou decimal infinita e periódica ou decimal infinita e não periódica. Quando é finita ou infinita e periódica, tem-se um número racional. Caso contrário, tem-se um número irracional.

$$C=2\pi r$$

$$a_n=a_1+(n-1)r$$

$$a_n=a_{n-1}+r(n\geq 2)$$

$$A\subset B\leftrightarrow(\forall x)(x\in A\rightarrow x\in B)$$

$$x=\frac{-\mathrm{b}\pm\sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$(\exists x|x\in A \text{ e } x\notin B)\rightarrow A\not\subset B$$

$$\mathrm{sen}^2\alpha+\cos^2\alpha=1$$

$$\mathrm{tg}(a+b)=\frac{\mathrm{tg}(a)+\mathrm{tg}(b)}{1-\mathrm{tg}(a)\cdot\mathrm{tg}(b)}$$

$$f(x)=ax^2+bx+c$$

$$g(x)=\sqrt{x+1}$$

$$\Delta t=t-t_0$$

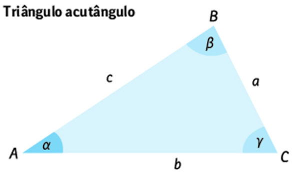
Teorema da área de um triângulo

Este teorema estabelece uma fórmula geral para o cálculo da área de um triângulo qualquer a partir de dois de seus lados e do ângulo compreendido entre eles.

A área de um triângulo qualquer é igual à metade do produto de dois de seus lados pelo seno do ângulo compreendido entre eles.

Observe o teorema da área para os três casos possíveis de triângulos:

Triângulo acutângulo



$S=\frac{1}{2}\cdot b\cdot c\cdot \mathrm{sen}\,\alpha$

Note que $S>0$, pois $\alpha<90°$ e $\mathrm{sen}\,\alpha>0$.

Recursos opentype

small caps	ABCD	ABCD
ligaturas	ff fi fl ffi ffl	ﬀ ﬁ ﬂ ﬃ ﬄ
pontuação de caixa alta	(a)[b]{c}	(A)[B]{C}
frações	1/2 3/4	½ ¾
subscritos & sobrescritos	a2xn−1	a^2x_{n-1}
itálico matemático	*fijvwxy*	*fijvwxy*

16 fontes
4 pesos + itálicos

	latino	grego
regular	*aa*	αα
semi-bold	*aa*	αα
bold	*aa*	αα
heavy	*aa*	αα

Símbolos
Matemáticos

{(([∏∑∇∆∞∫√∃∀∧¬∨∋∈∌∉∅⊅⊄∩∪
⊃⊂∠>≥<≤≈≊≌≋≈≇≃~≅≂∸≢≉≠≠≁=
÷×+−±∷∵∠∟%‰∴↑↗→↘↓↙←↖↔↕∦‖
∤|¦&°]))}