

Exercício sobre a (i)legibilidade da letra: Desenvolvimento de uma metodologia para a construção de tipos de letras reducionistas

Exercise on letter (il)legibility: Development of a methodology for constructing reductionist typefaces

Resumo

A presente investigação, fundamentada em estudos académicos de legibilidade nas áreas do Design de Tipografia e da Psicologia tem como objetivo o desenvolvimento de uma metodologia para a exploração de tipos funcionais que questionem a legibilidade das formas convencionais das letras, reduzindo-as aos seus traços elementares de reconhecimento.

Para o efeito foi construído um modelo tipográfico em caixa baixa e desenvolvido um teste de legibilidade para compreender qual a informação mínima necessária para identificar cada letra do modelo. Os estímulos para teste envolveram a criação de 26 máscaras animadas, aplicadas respetivamente a cada carácter do alfabeto. Os resultados dos testes efetuados a 25 indivíduos são apresentados mediante uma família tipográfica que surge aqui como um instrumento de visualização de dados, representando a quantidade mínima de informação necessária para 50%, 60%, 70%, 80%, 90% e 100% dos observadores identificarem cada letra. A análise dos resultados demonstrou que a identificação das letras carece de uma quantidade substancial de área desenhada, sugerindo que esta depende de mais componentes do que seria, à priori expectável. Não obstante, as interseções, terminações, curvas abertas para cima e verticais demonstraram ser as componentes mais relevantes no reconhecimento dos caracteres da caixa-baixa.

Abstract

The present research, based on academic studies of legibility in the areas of Typography Design and Psychology, aims at the development of a methodology for the exploration of functional types that question the legibility of conventional forms of letters, reducing them to their elementary traits of recognition.

For this purpose, a lower-case typographic model was constructed and a readability test was developed to understand the minimum information needed to identify each letter of the model. The test stimuli involved the creation of 26 animated masks, applied respectively to each character of the alphabet. The results of the tests performed on 25 individuals are presented through a typographical family that appears here as a data visualization tool, representing the minimum amount of information required for 50%, 60%, 70%, 80%, 90% and 100% of the observers to identify each letter. The analysis of the results showed that the identification of the letters lacks a substantial amount of drawn area, suggesting that it depends on more components than would be, as priori expected. However, intersections, terminations, open upward curves and vertical curves have proven to be the most relevant components in the recognition of lower-case characters.

abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz

Introdução

No início do século XX, a racionalidade económica decorrente das condições de escassez do período pós-Guerra (1918) na Alemanha, aliada ao espírito visionário do socialismo, contribuiu para a simplificação e standardização dos processos de produção na indústria, incluindo os de reprodução gráfica (com adoção dos formatos de papel DIN). Na tipografia, a discussão estendeu-se às convenções da escrita e da representação das formas tipográficas, marcada pela procura de um tipo de letra universal, ideal do ponto de vista estético, semântico, da legibilidade e da facilidade de composição e impressão. (Berning, 2016; Kinross, 1988).

Entre as vozes que formularam críticas ao sistema de escrita alemão, caracterizado pelo uso de caixa-alta num texto para tipografar todos os nomes, destacam-se os filólogos e escritores, Jakob e Wilhelm Grimm, que manifestaram o descontentamento do uso de tipos *Blackletter* por dificultarem a leitura. De modo a combater estas particularidades da escrita alemã, Jakob Grimm propôs - na sua obra *Deutsche Grammatik* - uma reforma ortográfica, onde usou a caixa-alta exclusivamente para início de frases e nome próprios, optando por compor, a partir da segunda edição, com tipos de letra romanos. Mais tarde, em *Deutsches Wörterbuch*, a dupla de filólogos alemães levou esta reforma mais além, e usou a caixa-alta exclusivamente no início de parágrafos, separando frases por pontos finais seguidos de um espacejamento maior. A preocupação pela representação da ortografia e da forma das letras foi partilhada por Stefan George, na sua obra poética, como parte integrante de um projeto maior, alusivo à simplificação e estilização da vida. Os últimos livros do poeta alemão foram produzidos tendo em conta a reforma proposta pelos irmãos Grimm, fazendo uso de um tipo de letra sem serifas, onde a caixa-alta é reservada para as palavras de abertura (como citado em Kinross, 1988, p.135). Segundo George, os tipos de letra sem serifa seriam mais apropriados a uma nova visão da vida: mais simples e bela na sua essência. De acordo com os seus defensores, a racionalidade das suas formas estaria em maior conformidade com a «era da máquina», sendo consideradas mais apropriadas para a produção mecânica (Kinross 2020, p.232).

Walter Porstmann descreve no seu livro *Sprache und Schrift* a desconexão entre o alemão falado e escrito como um problema técnico ao invés de um problema artístico. O autor propõe a eliminação da caixa-alta por completo e sugere que a introdução de um caractere para cada som, simplificaria o processo de escrita, leitura e aprendizagem. Porstmann defendia uma linguagem universal, baseada em sons, que seria atingida através de letras, alfabetos e tipos de letra universais (Berning, 2016; Knross, 1988).

Os argumentos propostos pelos irmãos Grimm e por Stefan George, entre outros, foram rapidamente adotados por tipógrafos modernistas alemães e incorporados numa visão e consciência social mais estética. A obra de Jakob e Wilhelm Grimm foi usada como principal argumento no uso de um alfabeto universal, impulsionando o desenvolvimento de soluções por Herbert Bayer e Jan Tschichold. Em 1925, a Bauhaus desapegou-se das suas origens expressionistas e conservadoras a favor de uma visão industrial, mais democrática e social, de onde surgiu uma nova abordagem tipográfica que pretendia abolir as duas caixas por completo (Kinross, 1988).

Estimulado pela reforma tipográfica, Herbert Bayer desenvolveu em 1925, um «tipo universal», geometricamente simplificado, construído apenas por formas modulares, que permitiu a impressão mais eficiente de materiais gráficos. «Sturm bold» (1) é um alfabeto construído exclusivamente pelos elementos geométricos mais simples - linhas e circunferências.

2
New Alphabet, Wim
Crouwel (1967).

3
Modelo tipográfico
de Brian Coe.

4
FF You Can (read
me), Phil Baynes.

2

אבגדהכחטלז
נופקרצטשזזזז
זזזזזזזזזזזזזז
הההההההההה

3

אבגדהכחטלז
נופקרצטשזזזז

4

אבגדהכחטלז
נופקרצטשזזזז
אבגדהכחטלז
נופקרצטשזזזז

As formas elementares teriam o pressuposto de ser intemporais e objetivas, criando assim uma validade «universal» (Domiciano, 2014; Nunes, 2019).

Por outro lado, Jan Tschichold mostrou particular afeição às ideologias de Prostmann, defendendo que o desenvolvimento de novos alfabetos germânicos devia ser baseado na proposta da transformação visual de sons da língua alemã. Tal como Prostmann, Tschichold propôs a substituição de certas combinações de letras por caracteres totalmente novos e sugeriu um novo alfabeto que refletisse os sons da fala. A principal ideia centrava-se no aperfeiçoamento da aparência visual da escrita alemã, através da exclusão total da caixa-alta que, segundo o tipógrafo, possibilitaria uma evolução estética e económica, potenciando a «leiturabilidade» (Berning, 2016).

A rápida evolução tecnológica e o aparecimento dos primeiros dispositivos gráficos (dotados de poucos pixéis), incapazes de reproduzir linhas curvas, levaram Wim Crouwel a debruçar-se sobre a simplificação da representação gráfica das letras. Segundo um artigo exposto na *Type Directors Club*, que recorda o seu percurso enquanto designer tipográfico, Crouwel revelou, ao longo da sua carreira, um interesse na funcionalidade, simplicidade e clareza, defendendo uma versão simplista do alfabeto, recuperando a ideia de redução deste à caixa-baixa. Em 1967, impulsionado pela limitação tecnológica, o designer desenvolveu o «New Alphabet» (2), um tipo de letra experimental que reduziu os caracteres a traços horizontais e verticais, suscitando questões de legibilidade a nível da forma das letras e da interação destas em contexto de palavra (Held, 1996; Moma, 2011).

A redução do alfabeto à caixa-baixa e a simplificação da forma da letra impulsionou tipógrafos a procurar novas formas de letras, assentes na redução dos caracteres às suas formas mais elementares. A partir do trabalho desenvolvido pelo oftalmologista francês Emile Javal (1878), é sabido que não necessitamos de perceber a totalidade da forma visual dos caracteres pertencentes à caixa-baixa para os conseguirmos identificar. A parte superior da altura-x aparenta ser suficiente e a mais influente na identificação. No entanto, este fenómeno não se verifica em todas as letras: no caso das letras **a**, **g**, **p** e **q**, a parte inferior de altura-x e os descendentes são mais distinguíveis do que as suas contrapartes (como citado em Hochuli, 2008, p. 14).

Brian Coe, em 1968, através de uma experiência tipográfica, toma uma diferente perspetiva sobre o conceito da redução de caracteres aos seus elementos essenciais, e propõe uma solução focada em apagar o máximo de componentes de cada caractere de caixa-baixa, mantendo a sua legibilidade. O exemplo mostra a importância dada à parte superior da altura-x, uma característica aparentemente importante na identificação de caracteres (Hochuli, 2008) (3).

Mais tarde, Phil Baynes, com base no exercício de Coe, aprofunda esta experiência e, numa publicação de 1991 para a revista *Fuse*, apresenta o tipo de letra «FF You Can (read me)» (4). Um tipo experimental focado na remoção de informação da parte inferior dos caracteres, reafirmando a importância da metade superior da letra para a identificação dos caracteres da caixa-baixa (Fontshop, s.d). No entanto, o facto de o autor ter dado ênfase a esta qualidade, levou a que soluções para letras como **i** e **o** se revelem difíceis de identificar. O exemplo revela que o autor parece ter usado uma metodologia inversa nas letras **p**, **u**, **x** e **z**, fazendo representá-las pela sua parte inferior de altura-x.

As propostas reducionistas do alfabeto, apresentadas ao longo da história da tipografia, levantaram diversas questões de legibilidade contribuindo, desta forma, para o seu melhor entendimento. Na sequência dos exemplos expostos, onde é explorada a redução das letras aos seus elementos essenciais, o presente artigo debruça-se sobre esta e o seu

impacto na legibilidade. Através da análise das principais características na identificação de caracteres, tem como objetivos: (1) construir um tipo de letra legível, reduzido à sua expressão mais simples e elementar; e (2) providenciar uma metodologia de exploração tipográfica para o desenvolvimento de tipos experimentais que questionem a legibilidade das formas convencionais.

Tendo em conta o âmbito deste artigo, propôs-se responder às seguintes questões: (1) Como são reconhecidas as palavras e as letras?; (2) Quais as componentes dos caracteres em que os observadores se baseiam para identificar as letras?; (3) A redução dos caracteres aos seus componentes elementares permitem o seu reconhecimento?

Estado da arte

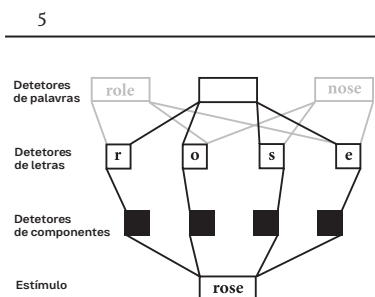
Reconhecimento das palavras

Ler é a conversão da escrita para um significado linguístico. O processo conta com uma parte sensorial e neuronal – a descodificação de símbolos visuais – e uma parte cognitiva – a atribuição de significado (Unger, 2018).

Larson (2004) descreve os modelos de reconhecimento de palavras, referindo que o «modelo de reconhecimento paralelo» é o mais aceite entre psicólogos (5). Segundo este, as letras numa palavra são reconhecidas simultaneamente, e a informação das letras é usada para reconhecer a palavra. Genericamente, o modelo de reconhecimento paralelo pressupõe três níveis de reconhecimento. No primeiro nível, são identificadas componentes¹ das letras, tais como linhas horizontais, verticais, diagonais e curvas. Esta informação ativa o nível de deteção de letras, composto por detetores que identificam a letra de acordo com a maioria das características ativas no sub-nível de deteção de componentes². Por fim, o terceiro e último nível, envolve detetores de palavras que operam de forma semelhante aos detetores de letras; identificam as letras e combinam-nas em palavras. O que acontece após este nível ainda não é completamente conhecido, no entanto, há evidências da existência de um segundo processo *top-down*, que ativa, por sua vez, unidades infraléxicais, ao nível dos detetores das letras, reforçando o reconhecimento das letras contidas na palavra (Beier, 2009; Larson, 2004).

O processamento *top-down* do modelo de reconhecimento paralelo explica, em parte, o *word superior effect*³: enquanto letras individuais têm de ser identificadas exclusivamente através da informação dos detetores de letras, as letras que compõem as palavras recebem informação de ambos os detetores, de letras e palavras. Por essa razão, as letras são mais facilmente reconhecidas no contexto de uma palavra do que isoladamente (McClelland & Rumelhart, 1981). Quando a palavra não é identificada no léxico de palavras, a sua identificação depende apenas do nível de deteção de letras. Por sua vez, se numa palavra, algumas letras não forem identificadas, a colaboração entre o léxico de palavras e de letras permite-nos identificar a palavra (Beier 2009).

Os estudos de Pelli & Tillman (2007) contribuíram para o esclarecimento dos fatores que influenciam o reconhecimento de palavras. Os investigadores isolaram três processos de leitura: letra-a-letra, palavra-a-palavra e palavras num contexto. Através da medição da velocidade de leitura⁴, os estudos



1

Unidades elementares detetadas pelo sistema visual. Segundo Morgado (2015), o termo inglês *features* pode ser traduzido para «componentes», evitando assim eventuais ambiguidades entre a terminologia usada na tipografia e na ciência.

2

Por exemplo, se um o faz parte do material de estímulo, os detetores de letras do o são ativados em combinação com os detetores de letras do c e e.

3

Modelo de leitura baseado no reconhecimento do contorno das palavras, segundo o qual o reconhecimento das palavras seria feito por unidades de palavras em vez da soma das partes (Cattell, 1886a, 1886b, 1887).

identificaram que o processo letra-a-letra foi o que teve maior taxa de leitura (62%), seguido de palavras num contexto (22%), sendo palavra-a-palavra o que demonstrou menor taxa de leitura (16%). Através destes resultados, concluiu-se que os três processos operam ao mesmo tempo, funcionando individualmente, coordenando a distribuição de tarefas entre eles.

Combinando o estudo de Pelli & Tillman (2007) com as ideias do modelo de reconhecimento paralelo, podemos afirmar existir uma boa indicação dos diferentes tipos de operações no processo de leitura. Aparentemente, as funções dos detetores de palavra, letra e contexto colaboram entre si, abordando o estímulo de diferentes ângulos. No entanto, é notável que, apesar do reconhecimento depender de outros detetores, o detetor de letras parece ser predominante (como citado em Beier, 2009, p43).

Deteção de componentes das letras

De acordo com Westheimer (1996), o sistema visual humano apoia-se em diversas competências visuais de baixo nível para processar cada «cenário» do quotidiano: orientação e discriminação de frequências espaciais, segregação de elementos⁵, percepção de profundidade e discriminação de movimento. Tais competências visuais são adquiridas na infância (Adolph & Eppler, 1998), no entanto, é possível melhorá-las através do treino. A aprendizagem de tarefas percetuais através da prática tende a ser rápida, permanente, e altamente específica, sugerindo um alto nível de plasticidade neuronal nos mecanismos visuais iniciais (Gilbert et al. 2001). Segundo estudos de aprendizagem conceptual⁶, a classificação de estímulos é feita de forma arbitrária. Quando há muitas componentes para classificar um objeto, mas existem poucas categorias, os observadores baseiam a sua decisão apenas numa componente, ignorando as outras (Suchow, 2005). No entanto, na identificação de letras, estão envolvidas imensas categorias (letras de um determinado alfabeto), forçando os observadores a usar múltiplas características (Miller, 1956). A um nível conceptual, existe um número infinito de possíveis características (Murphy, 2002) mas, de acordo com Pelli et al. (2003), ao nível visual, uma característica pode ser definida como a componente de uma imagem que é detetada independentemente das outras.

Pelli et al. (2003) mostraram que uma palavra só consegue ser lida se as letras forem reconhecidas individualmente. Através de um procedimento com máscaras de ruído⁷, demonstraram que a identificação de uma palavra é feita em função da probabilidade de identificação de cada letra constituinte, mesmo nos casos de palavras compostas pelas três letras mais utilizadas. No artigo, «The remarkable inefficiency of word recognition», os investigadores provaram que a eficiência na identificação de palavras é inversamente proporcional ao comprimento destas. O estudo demonstrou que a identificação de palavras nunca excedeu a precisão atingida por modelos baseados em reconhecimento de letras, o que sugere que o reconhecimento visual é severamente restringido por um primeiro estágio de detetores de componentes independentes, que suprimem sinais

4

Nos testes foram usadas uma série de apresentações visuais, leituras orais e silenciosas (Pelli & Tillman, 2007).

5

Capacidade de isolar, evidenciar ou identificar objetos, ainda que sobrepostos, dentro de uma composição.

6

A aprendizagem conceptual promove a compreensão e interrelação de conceitos. Construindo sobre conhecimentos prévios, tem como objetivo facilitar a conexão de ideias em novas situações (Higgins & Reid, 2017).

7

Sinal aleatório com igual intensidade em diferentes frequências.

fracos (Pelli et al. 2003). A análise dos dados da comparação entre o observador humano e o observador ideal⁸ revelou que a energia necessária para a identificação de uma letra é independente do comprimento da palavra, reafirmando o modelo de reconhecimento paralelo. O sistema visual deteta pequenas componentes (componentes de letras ou letras) e só depois reconhece a palavra constituída pelas suas componentes, ou seja, nada é reconhecido até que as suas componentes sejam detetadas.

O estudo de Pelli et al. (2003) provou que a deteção de componentes independentes é um fator determinante e que pode deteriorar a performance de leitura, especialmente quando a complexidade destas é alta. A diferença entre vermos uma determinada componente, ou falharmos e não a vermos por completo, é abrupta. Como previsto pela função de sensibilidade ao contraste⁹, a função psicométrica (probabilidade de ver) tem um aumento acentuado, o que demonstra que os sinais mais fracos são suprimidos. A este fenómeno chama-se *squelching* – a visão humana suprime características, deixando apenas «passar» aquelas que claramente se destacam. A equipa caracteriza este fenómeno como uma deteção rigorosa, um mecanismo do sistema visual humano, que alcança assim fiabilidade a custo de eficiência (Pelli et al. 2003).

Os traços das letras estão correlacionados entre si, portanto o reconhecimento baseado em decisões independentes sobre componentes é ineficiente, especialmente devido ao fenómeno de *squelching*. Desta forma, a deteção independente e rigorosa de todos os componentes faz com que a eficiência na deteção seja inversamente proporcional à quantidade de componentes.

Componentes essenciais

Fiset et al. (2008) conduziram um estudo onde procuraram determinar quais as componentes das letras responsáveis pela sua identificação. O estudo testou a identificação de caracteres (caixa-alta e caixa-baixa) do tipo de letra Arial, expondo leitores experientes a estímulos visuais, usando o «método Bubbles»¹⁰. Através deste método, foi possível perceber quais as áreas mais importantes na identificação das letras, permitindo identificar as componentes em que os observadores se apoiaram no reconhecimento das letras (6).

Os resultados das experiências demonstraram que, na identificação dos estímulos, os observadores precisaram, em média, de 54,2 bolhas na caixa-baixa (24% da área desenhada), e 30,9 bolhas na caixa-alta (32% da área desenhada). A partir dos resultados, Fiset et al. (2008) realizaram uma regressão linear múltipla, obtendo o mínimo de bolhas para que cada tarefa fosse concluída com sucesso. O plano de coeficientes produzidos por esta operação foi denominado de «imagem de classificação»¹¹. Através das imagens de classificação foi possível identificar as classes de componentes das letras: verticais, horizontais, inclinação para a

6



8

Modelo que usa toda a informação visual existente no processo de identificação.

9

Rácio entre o incremento de luminância do estímulo e a luminância do fundo (Pelli et al. 2003).

10

O método Bubbles é uma técnica que revela o uso de informação em tarefas de reconhecimento. No estudo citado, o estímulo consistiu em amostras de letras onde através do método se omitiu informação de cada letra revelando apenas partes destas. Posteriormente foi realizada uma re-

gressão linear múltipla nos locais das amostras e determinada a exatidão dos resultados, revelando as áreas mais importantes para a identificação das letras (Fiset et al. 2008).

11

A imagem de classificação foi obtida subtraindo o plano incorreto ao plano correto. O cálculo do plano correto é a soma de todas as máscaras de bolhas que levaram a uma resposta correta, e o cálculo do plano incorreto é a soma de todas as máscaras que levaram a uma resposta incorreta (Fiset et al. 2008).

esquerda, inclinação para a direita, curvas abertas para cima, curvas abertas para baixo, curvas abertas para a esquerda, curvas abertas para a direita, terminações e interseções. A análise dos resultados identificou ainda as terminações como as componentes mais importantes no processo de identificação, seguidas pelos traços horizontais. A equipa de investigadores desenvolveu também um modelo de observador ideal (com capacidade de usar toda a informação visual existente) no processo de identificação de letras. De modo a comparar o uso de componentes entre este e os observadores humanos, o modelo foi submetido aos mesmos testes que os observadores humanos. Os resultados revelaram que o modelo de observador ideal usou as componentes de uma forma mais homogênea, resultado discordante dos observadores humanos, onde as terminações revelaram ser a componente mais proeminente na identificação das letras.

Perante a análise e comparação dos resultados tendo em conta os observadores humanos e o ideal, o estudo concluiu que, apesar de pequenas, as terminações são as mais relevantes na identificação da letra. A divergência no uso de componentes entre o observador ideal e o humano sugere que o sistema visual é limitado pela sua estrutura e componentes. Segundo Fiset et al. (2008), esta observação indica que a relevância das terminações resulta de uma interação entre o diagnóstico relativo desta componente e a disposição do sistema visual para a decodificar. O menor uso de componentes verticais e curvas abertas para cima (que são mais usadas pelo observador ideal) sugere que o sistema visual está mal equipado para as processar. O estudo sugere ainda que as discontinuidades são importantes na identificação, visto que as terminações podem ser construídas como discontinuidades: as terminações são claras discontinuidades em barras e curvas, providenciando informação fulcral da não existência de interseções.

A importância das terminações/interseções, assim como o pouco uso de verticais e curvas abertas para cima, pode explicar as observações feitas por Emile Javal. Aparentemente, o sistema visual está melhor equipado para processar algumas componentes, que se encontram em maior número na parte superior da altura-x da caixa-baixa. No entanto, é relevante salientar que este facto não se aplica a todos os caracteres: em casos como o **a**, **g**, **p**, **q** e **y**, a parte inferior da altura-x parece ser crucial para a identificação dos mesmos.

Metodologia

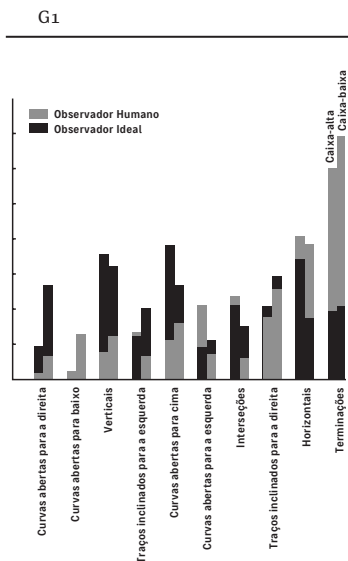
Desenvolvimento do tipo de letra

Tendo em conta o conhecimento na área do Design de tipos de letra e através de ferramentas de criação de edição de tipos — *Glyphs* — desenvolveu-se um modelo tipográfico base, tendo em conta vários estudos sobre a legibilidade relativa das letras (Tinker, 1963; Beier, 2009) e princípios de simplicidade (Pelli et al. 2006) (7).

Testes de identificação

De modo a compreender qual a informação mínima necessária para a identificação de cada letra, foi desenvolvido um teste de perceção que revelou a um ritmo constante, os traços das letras — inicialmente «mascarados» — com base nos descobrimentos de Fiset et al. (2008). A realização deste teste a 25 indivíduos permitiu desenvolver um tipo de letra, reduzido aos seus traços elementares.

O teste foi criado na aplicação *PsychoPy3* e apresentado num computador MacBook Pro com ecrã IPS LCD de resolução 2880x1800px,



7

abcdefghijklmnop
vwxyz

com uma taxa de atualização de 60Hz. O contraste do ecrã foi colocado no máximo e o estímulo foi apresentado a preto sobre um fundo cinza RGB [0.686,0.686,0.686]¹² de modo a reduzir a fadiga ocular. O material de estímulo consistiu em 26 representações das letras do alfabeto, animadas e reveladas ao longo do tempo. Os caracteres começaram por ser desvendados pelas componentes identificadas no estudo de Fiset *et al.* (2008), como as mais importantes no reconhecimento. Estas animações foram criadas através da aplicação *Adobe After Effects*, com base numa *timeline* de 30 fotogramas por segundo, onde foi aplicada uma máscara cuja função foi revelar os traços da letra a um ritmo constante. Dada a natureza do modelo de teste ser uma fonte *display*, o estímulo foi apresentado a 600mm do observador, na visão central, correspondendo a uma representação, em média, de cerca 2,5° na retina.

Inicialmente foram dadas instruções aos observadores sobre o procedimento do teste onde foi lembrado que se tratava de um teste de identificação e que estes deviam identificar a letra que estava a ser revelada, tentando assim reduzir as respostas por adivinhação. Inicialmente os observadores viram um retângulo vermelho, que garantiu que fixassem o olhar no centro do ecrã, e de seguida os estímulos foram apresentados aleatoriamente até que a tecla «espaço» fosse pressionada por estes. Seguiu-se um ecrã onde foi questionado qual a letra percecionada, sendo a resposta registada através de um teclado externo ao observador, de modo que este não fosse influenciado pela representação gráfica das letras no teclado (8).

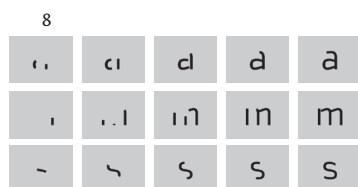
Participaram nos testes 25 indivíduos com escolaridade desde o ensino básico ao ensino superior entre os 12 e 66 anos, com acuidade visual ou normal, ou corrigida para o normal.

Resultados e discussão

Com o intuito de desenvolver um tipo de letra experimental, que reduz os seus traços até ao limite da sua descodificação, registou-se o tempo que cada observador levou até reconhecer a letra, revelando assim a superfície que permitiu a identificação do estímulo para 50%, 60%, 70%, 80% e 90% dos observadores.

Considerando os resultados para 50% dos observadores que identificaram o estímulo com sucesso, observamos que, de uma forma geral a maioria das letras mostrou ser facilmente identificadas, à exceção das letras **a**, **g** e **l** que foram identificadas apenas por 72%, 52% e 72% dos sujeitos, respetivamente.

As formas das letras finais permitiram verificar que a maioria dos observadores precisou de uma quantidade substancial de área desenhada para conseguirem identificar o estímulo, revelando que a identificação de letras se apoia em mais componentes do que seria expectável *a priori*. Os resultados sugerem que os ascendentes, descendentes, curvas abertas para cima e em especial as interseções são, aparentemente, as componentes mais importantes na identificação das letras, sendo que a maioria dos observadores apenas conseguiu identificar corretamente o estímulo após estas serem reveladas. Isto vai ao encontro dos estudos previamente apresentados, comprovando que as interseções são, de facto, a componente mais importante na identificação das letras. Contrariamente ao que era esperado, o teste revelou que, aparentemente, os ascendentes e descendentes — componentes verticais — são necessários para que



9
Identificação para
50%, caixa-baixa.

10
Identificação para 60%.

11
Identificação para 70%.

12
Identificação para 80%.

13
Identificação para 90%.

14
Identificação para 100%.

as letras sejam reconhecidas, verificando os pressupostos de Brian Coe, Phill Baynes e Beier (2009). Baseados na divergência de resultados entre o observador ideal e os observadores humanos, Fiset et al. (2008) sugerem que o sistema visual é limitado pela sua estrutura e componentes, não estando otimizado para reconhecer componentes verticais. No entanto, os resultados da presente investigação reafirmam que o facto de estes irem para além da altura-x e da linha base, são indispensáveis para que a identificação ocorra. Desta forma concluímos que apesar das componentes verticais — neste caso os ascendentes e descendentes — não estarem otimizados para o sistema visual, estas funcionam como componentes diferenciadoras, permitindo maiores taxas de identificação.

Dos resultados, destacou-se um grupo de letras — **a, c, e, l, o e s** — que, para 50% dos observadores só foram possíveis ser identificadas quando o desenho estava quase completo, sugerindo que estes casos precisam de mais área revelada para serem identificados. À exceção do **l**, todas as letras incluídas neste grupo não têm componentes que passam a altura-x e/ou da linha base, um resultado que vai ao encontro do previamente sugerido — componentes que trespasssem estas dimensões são relevantes na identificação. Os observadores referiram ao longo dos testes, que a semelhança entre **c** e **o**, assim como a falta de componentes do **l**, levou a que fosse necessário revelar a maioria dos componentes destas letras, para garantir que não fossem confundidas ou que não iam ser desvendadas mais componentes. Tal revelou que a forma da letra não foi o único fator que influenciou os resultados, indicando que o método de revelação influenciou também o tempo de identificação.

Os dados revelaram ainda a importância da existência ou inexistência de terminações, em particular nas letras **i** e **l**. Os resultados demonstraram que o **l** foi frequentemente confundido com o **i**, o que revela que a implementação do modelo, poderia ter ganho com a introdução de um elemento diferenciador, ou seja, o terminal do pé do **l** curvado para a direita, como sugerido por Beier (2009).

9

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

10

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

11

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

12

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

13

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

13

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

As curvas abertas para cima mostraram a sua relevância nas letras **p**, **q** e **b**, onde se verificou que mal foram revelados, estas foram um fator que permitiu a identificação com sucesso, sugerindo que a existência de um componente construído como curva aberta para cima é um fator importante para que estas letras sejam distinguidas mais facilmente.

No caso destas letras **a**, **n** e **m**, observou-se que a identificação só foi possível assim que o ombro foi revelado. Visto que os ombros são construídos por curvas abertas para baixo, isto sugere que, nestes casos, este tipo de componentes é altamente importante para que estas letras sejam distinguidas — nos casos em que o **a** foi confundido com o **d**, os observadores pararam a animação antes da curva aberta para baixo ser revelada.

As letras construídas com diagonais — **w**, **x**, **y** e **z** — revelaram que estas são elementares no reconhecimento de letras que usam este tipo de componentes. O facto de pertencerem a um grupo muito pequeno faz com que sejam facilmente distinguidas, resultando numa rápida identificação assim que as interseções são reveladas. A exceção a este grupo é o **v**, que demonstrou não ser necessário revelar a interseção para que fosse identificada, no entanto, a maneira como a letra foi mostrada pode ter sido o fator que mais influenciou este resultado, uma vez que a interseção foi a última componente a ser revelada.

De modo geral, os resultados confirmam a revisão literária exposta anteriormente, destacando as interseções e terminações como as componentes mais importantes na identificação das letras, seguindo-se os traços diagonais, curvas abertas para cima e curvas abertas para baixo. É de salientar a verificação da importância de componentes verticais que, apesar não serem as que melhor estão adaptadas para o sistema visual humano, constroem a maioria dos ascendentes e descendentes, componentes considerados elementares na identificação das letras.

Perante os resultados, é importante analisar o método empregue na criação dos estímulos. Note-se que o modo como as letras foram reveladas influenciou, em parte, a decisão dos observadores, sendo necessário perceber o impacto que o método desenvolvido teve no tempo e sucesso de identificação das letras. Segue-se então um subcapítulo que aborda estas questões e aponta possíveis soluções para que os erros sejam minimizados futuramente. É de salientar que ao detetarmos falhas no método, podemos também inferir componentes importantes na identificação de cada caractere.

Limitações e erros de identificação

Um dos maiores constrangimentos no tempo e sucesso de identificação foi o método usado na revelação dos estímulos, prova disto mesmo são os erros de identificação: **a** com **d**; **c** com **o**; **f** com **o**, **a** e **c**; **g** com **y** e **j**; **m** com **w**; **r** com **n**; **w** com **v** e **x**. Dada a natureza do teste, verificou-se que os observadores muitas vezes tentavam adivinhar a letra, ao contrário de a identificar, o que levou a que muitas vezes a animação fosse parada prematuramente, fazendo com que a informação disponível até então não fosse suficiente para identificar o estímulo. Esta limitação é notória em casos como o **h**, que foi confundido com o **b**; **w** com **v** e **x**; **y** com **w** e **x**.

As componentes pelas quais as letras começaram a ser reveladas foram baseadas no estudo de Fiset *et al.* (2008), podendo os erros de identificação sugerir que as componentes assinaladas como as mais importantes para cada letra possam de facto não ser condição insuficiente para a sua identificação. No caso da letra **a**, alguns observadores pararam a animação que revelava a letra logo após o aparecimento das interseções, resultando num desenho da letra onde estão presentes apenas

a barriga e a haste do lado direito. As componentes presentes até este momento podiam assim sugerir de que se tratava da letra **d**. O tempo de identificação da letra poderia diminuir se fosse revelado, logo à partida, o ombro da letra, desvendando assim uma componente que parece ser importante para que o **a** seja reconhecido. A taxa de identificação do **m** — confundido com o **w** — que começou a ser revelado pelas suas hastes periféricas e pela interseção central, indica que tal como no **a**, beneficiaria da revelação do ombro logo desde o início, sugerindo novamente a sua relevância na identificação. Os erros de identificação ocorridos no **f** (confundido com **o**, **a** e **c**), revelaram a importância da interseção. A letra deveria ter sido revelada a partir desta ou de outras componentes, como o final da haste ou a componente horizontal, visto que as interseções e os terminais mostraram ser fulcrais na identificação de letras.

A letra **g** revelou ter a menor taxa de identificação, 9 em 25 observadores identificaram-na como sendo **y**, sugerindo que a origem desta confusão pode também estar na forma como a letra foi revelada. O **g** começou por ser desvendado pelo seu descendente e a maioria dos observadores parou a animação quando faltava ainda revelar a interseção superior, reafirmando a importância da sua interseção. Os observadores revelaram também confundir o **q** e **g**. Neste caso podemos atribuir o erro de identificação ao facto de ambas as letras partilharem componentes semelhantes como a barriga e as interseções ao mesmo nível. A confusão entre as letras sugere que o **g** pode beneficiar de uma forma mais complexa, onde seja incorporado um laço, de modo a poder distinguir-se da letra **q**, reduzindo os componentes comuns.

O **c** e **r** revelaram também alguns problemas de identificação. A literatura sobre legibilidade já tinha relatado a confusão entre **c** e **o**, atribuída à semelhança de ambas as letras, no entanto, no caso da presente investigação detetou-se que tal possa ter acontecido devido a uma outra limitação do método. Os observadores nunca chegaram ao fim da animação do **c**, e isto não pode garantir que a forma que estava a ser revelada não era fechada, daí a confusão com o **o**. No caso da letra **r**, o fator da animação não ter ido até ao fim, levou que alguns observadores a identificassem como **n**, visto que a informação disponível no ecrã até pararem a animação poderia indicar que se tratava de parte deste. Isto sugere que, embora possam existir componentes com maior importância, não são condições suficientes para a identificação dos caracteres, não podendo ser priorizadas. Embora o sistema visual aparente apoiar-se mais nelas, também se apoia noutras.

A letra **l** foi muitas vezes identificada como **i**, como observado também por Beier (2009), no entanto, os erros de identificação não se deveram somente à não utilização da serifa na base da letra, como sugerido pela autora. Possivelmente os erros de identificação seriam reduzidos caso se introduzisse um elemento diferenciador, como por exemplo a serifa na base do **l**, no entanto 50% dos observadores que identificaram a letra demoraram até 13s para o fazer, referindo que não pararam a animação mais cedo porque esperavam que fossem reveladas mais componentes. O método de revelação pode assim ter contribuído para os erros e tempo de identificação, visto que o **l** foi construído apenas por um componente — traço vertical.

As máscaras aplicadas nas letras priorizaram a revelação de componentes tidas como importantes na identificação. No entanto, os erros de identificação relatados nas situações acima revelam que a metodologia utilizada para a construção de um modelo minimal deverá considerar, futuramente, tanto a componentes importantes da letra a ser testada, como das suas semelhantes (ou melhor, letras que se confundem), podendo beneficiar da revelação simultânea de ambas as componentes.

Conclusão

A presente investigação partiu da pesquisa e revisão da literatura nas áreas do Design de tipos de letra e da percepção, incidindo sobre estudos da legibilidade tipográfica, que permitiram o enquadramento teórico e prático necessário para a realização de um modelo tipográfico com o objetivo de reduzir os traços das letras ao limite da sua descodificação.

Com o intuito de compreender qual a quantidade mínima de informação necessária das letras para a sua identificação, foi desenvolvido um teste de legibilidade, que consistiu na geração de estímulos visuais no ecrã, compostos pela aplicação de uma máscara animada sobre cada letra, com a função de revelar no tempo, as componentes mais importantes na sua identificação.

Os resultados da aplicação deste método a 25 indivíduos demonstraram que a identificação das letras carece da revelação da maioria das suas componentes, sugerindo que o ser humano, por mais familiarizado que esteja com as letras, precisa de uma quantidade considerável de informação para as identificar e distinguir entre si. De acordo com os resultados, na ausência de alguns componentes o processo de reconhecimento das letras não foi afetado, sugerindo que o sistema visual humano não depende de toda a informação visual disponível para as identificar. Aparentemente, as interseções, terminações, curvas abertas para cima e verticais são as componentes mais relevantes no reconhecimento dos caracteres da caixa-baixa.

Os resultados dos testes foram implementados numa família tipográfica composta por variações da forma das letras, consoante a percentagem de reconhecimento do teste. A família tipográfica surge assim como resposta à questão formulada, funcionando como representação visual dos resultados da análise da legibilidade, revelando quais as áreas mínimas, relevantes no reconhecimento das letras que constituem a caixa-baixa.

A revisão da literatura na área da tipografia revela, em parte, a importância do conhecimento prático nos estudos de legibilidade tipográfica. A análise dos vários alfabetos experimentais desenvolvidos ao longo da história revela que as terminações, interseções, curvas abertas para baixo, componentes verticais e componentes que trespassam a altura-x e a linha da base são relevantes no processo de identificação de caracteres, estando, de modo geral, em conformidade com o conhecimento científico. Estas componentes são frequentemente encontradas na variação da família tipográfica em que 50% dos observadores identificou as letras.

Comparativamente a outras experiências de redução de caracteres aos seus traços elementares, a família tipográfica resultante deste estudo revela uma maior área de desenho das letras, especialmente quando comparado com os exercícios de Brian Coe e Phill Baynes. Consideramos que na metodologia utilizada, o método como revelámos os estímulos influenciou, em parte, o tempo de identificação de alguns caracteres, atrasando o seu reconhecimento e revelando maior área da letra, nomeadamente nas letras semelhantes entre si — revelando a importância da relação entre as componentes da letra testada e as componentes das suas semelhantes. Contudo, face aos exemplos apresentados anteriormente (sem dados quantificáveis), é esperado que a quantidade de informação necessária possa ser reduzida, quando utilizada na composição de palavras, uma vez que a descodificação das letras poderá beneficiar de processamentos *top-down*, onde as letras são descodificadas após o reconhecimento das palavras.

Limitações do estudo e perspectivas futuras

A presente investigação limitou-se ao estudo da caixa-baixa, ficando por desenvolver animações para as máscaras da caixa-alta e todos os restantes caracteres.

Como referido, o método desenvolvido na fase de testes foi também um fator limitante, revelando espaço para possíveis melhorias. Assim, o trabalho futuro deverá passar por: (1) rever a escolha das componentes pelas quais letras como o **a**, **d**, **f**, **m** e **w** começaram a ser desvendadas, que poderá beneficiar da revelação simultânea tanto de componentes tidas como importantes, como de componentes distintas de letras semelhantes; (2) desenvolver várias versões da mesma letra, visto que a semelhança entre letras foi um fator que influenciou os resultados — como verificado em **i**, **l**, **g** e **y**; (3) desenvolver alternativas que permitam a recolha de dados mais precisos — como aumentar o tempo das animações e (4) alterar o método de registo das respostas para um método oral, o que permitirá reduzir o período de latência entre a tecla do espaço ser pressionada e esta ação ser registada pelo software. Para além disto, e visto que a fase de testes foi limitada pelo período da pandemia da COVID-19, seria de extrema relevância expandir a quantidade de participantes da fase de testes, de modo a poder ter uma amostra mais abrangente.

Referências

- Adolph, K. E., & Eppler, M. A. (1998). *Development of Visually Guided Locomotion*. *Ecological Psychology*, 10(3), 303-321.
- Beier, S. (2009). *Typeface Legibility: Towards defining familiarity* (Tese de Doutoramento não editada). The Royal College of Art, Londres.
- Bernard, J., & Chung, S. (2011). *The dependence of crowding on flanker complexity and target-flanker similarity*. *Journal of Vision*, 11(8), 1-16.
- Berning, B. (2016). *Language as Design Criteria? Part II*. Consultado a 17 nov. 2020. Disponível em <http://www.alphabettes.org/language-as-design-criteria-part-ii/>
- Bringhurst, R. (2004). *The Elements of Typographic Style* (3ª ed.). Canada: Hartley & Marks, Publishers.
- Cattel, J. M. (1886a). *The Time Taken by Cerebral Operations*. *Mind*, 11, 220-242.
- Cattel, J. M. (1886b). *The Time Taken by Cerebral Operations*. *Mind*, 11, 377-392.
- Cattel, J. M. (1887). *The Time Taken by Cerebral Operations*. *Mind*, 11, 524-538.
- Domiciano, C. (2014). *Poesia Visual e Design Gráfico: Conexões*. Consultado a 30 set. 2020. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/301426593_poesia_visual_e_design_grafico_conexoes
- Fiset, D., Blais, C., Éthier-Majcher, C., Arguin, M., Bud, D., Gosselin, F. (2008). *Features for Identification of Uppercase and Lowercase Letters*. *Psychological Science*, 19(11), 1161-1169.
- Fontshop (s.d). *ff you can read me* [Página de divulgação do tipo de letra]. Consultado a 24 jul. 2020. Disponível em <https://www.fontshop.com/families/ff-you-can-read-me>
- Gilbert, C. D., Sigman, M., Crist, R. E. (2001). *The Neural Basis of Perceptual Learning*. *Neuron*, 31(5), 681-697.
- Held, U. (1996). *Pierre di Sciullo's experimental alphabets interrogate the conventions that govern the way we read, write and talk*. *Eye*, 23(6).
- Higgins, B., & Reid H. (2017). *Enhancing "Conceptual Teaching/Learning" in a Concept-Based Curriculum*. *Teaching and Learning in Nursing*, 12(2), 95-102.
- Hochuli, J. (2008). *Detail in typography – Letters, letterspacing, words, wordspacing, lines, linespacing, columns* (1.ª ed.). Londres: Hyphen Press.

- Kinross, R. (1988). *Large and small letters: authority and democracy*. Octavo, 5, 131-142.
- Kinross, R. (2020). *Unjustified texts : perspectives on typography*. Paris: Éditions B42.
- Larson, K. (2004). *The Science of Word Recognition or how I learned to stop worrying and love the bouma*. Consultado em 21 mar. 2020. Disponível em <http://www.microsoft.com/typography/ctfonts/WordRecognition.aspx>
- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1981). *An Interactive Activation Model of Context Effects in Letter Perception: Part 1. An Account of Basic Findings*. Psychological Review, 88(5), 375-40
- Miller, G. A. (1956). *Human memory and the storage of information*. IRE Transactions on Information Theory, 2(3), 129-137.
- Moma (2011). Wim Crouwel – New Alphabet [Página de divulgação do tipo de letra]. Consultado a 24 jun. 2020. Disponível em <https://www.moma.org/collection/works/139322>
- Morgado, A. (2015). *Legibilidade Tipográfica no Português Impresso – Um ensaio prático para a eficiência tipográfica na leitura da Língua Portuguesa*. (Tese de Doutoramento não editada) Universidade de Lisboa, Portugal.
- Murphy, G. L. (2002). *The big book of concepts* (1.^a ed.). Cambridge: The MIT Press.
- Pelli, D. G., Farell, B., & Moore, D. (2003). *The remarkable inefficiency of word recognition*. Nature, 423, 752-756.
- Nunes, O (2019). *BAUHAUS 100: A sturm blond e a Bauhaus*. Consultado a 30 set. 2020. Disponível em [https:// revistacult.uol.com.br/home/sturm-blond-e-bauhaus/](https://revistacult.uol.com.br/home/sturm-blond-e-bauhaus/)
- Pelli, D.G., Burns, C. W., Farell, B., Moore-Page, D. C. (2006). *Feature detection and letter identification*. Vision Research, 46(28), 4646-4674.
- Pelli, D. G., & Tillman, K. A. (2007). *Part, Wholes, and Context in Reading: A Triple Dissociation*. PLoS ONE, 2(8), e680.
- Suchow, J. W., & Pelli, D. G. (2005). *Learning to identify letters: Generalization in high-level perceptual learning*. Journal of Vision, 5(8).
- Tinker, M. (1963). *Legibility of Print* (1.^a ed.). Estados Unidos da América: The Iowa State University Press.
- Unger, G. (2018). *Theory of type design* (1.^a ed.). Roterdão: nai010.
- Westheimer, G. (1996). *Location and Line Orientation as Distinguishable Primitives in Spatial Vision*. Proceedings of The Royal Society, 263(1369), 503-508.

Letra a		Letra b		Letra c		Letra d		Letra e		Letra f	
T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R
4,66	a	4,84	b	3,26	c	10,52	d	5,71	e	9,06	o
5,27	a	5,96	b	4,82	c	11,39	d	5,85	h	10,14	a
5,89	d	7,17	b	5,78	o	12,69	d	6,16	e	10,15	c
5,92	d	7,74	b	5,92	c	12,87	d	6,55	e	10,62	f
6,09	d	7,77	b	6,26	c	13,30	d	6,62	e	10,81	f
6,45	a	8,04	b	6,44	c	13,65	d	6,72	e	11,44	f
6,49	a	8,93	b	6,62	c	13,78	d	6,83	e	11,50	f
7,83	a	9,11	b	7,72	o	13,88	d	6,91	e	12,42	f
7,91	a	9,32	b	8,06	o	13,92	d	7,26	e	13,01	f
8,67	a	9,51	b	8,18	o	14,62	d	7,30	e	13,34	f
8,91	a	9,88	b	9,20	c	15,09	d	7,86	e	13,85	f
8,91	a	9,88	l	9,87	o	16,31	d	8,20	e	13,94	f
8,99	d	9,95	b	10,31	c	17,26	d	8,67	e	14,51	f
9,01	a	11,02	b	10,48	c	18,53	d	8,77	e	14,74	f
9,68	d	12,06	b	10,57	c	18,54	d	9,40	e	15,08	f
9,85	a	12,42	b	11,54	c	20,02	d	9,60	e	15,22	f
10,04	a	12,94	b	11,60	c	20,11	d	9,93	e	15,53	f
10,80	c	14,63	l	11,73	c	21,56	d	10,13	e	15,95	f
10,96	a	15,43	b	12,21	c	22,90	d	10,32	e	16,00	f
11,69	a	15,95	l	12,56	c	25,41	d	10,35	e	16,54	f
11,84	a	16,16	j	12,88	c	26,11	d	10,37	e	17,03	f
11,96	a	16,81	b	13,00	c	27,75	d	11,34	e	17,17	f
12,08	a	21,08	b	13,00	c	27,93	d	12,03	e	17,77	f
12,24	a	22,16	b	13,00	c	28,14	d	12,34	e	18,10	f
12,59	a	22,34	b	13,00	c	28,58	d	13,67	e	19,24	f

Letra g		Letra h		Letra i		Letra j		Letra k		Letra l	
T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R
7,78	u	9,31	h	2,62	i	9,11	j	1,72	k	8,24	l
13,76	j	9,59	h	3,30	i	9,43	j	3,15	k	9,62	l
13,94	j	9,98	b	3,47	i	10,75	j	3,79	k	10,04	l
20,00	g	10,24	h	3,54	i	11,49	j	3,80	k	10,36	i
20,78	g	10,68	h	3,55	i	11,73	j	3,81	k	11,04	l
20,79	g	10,75	h	3,58	i	12,21	j	4,07	k	11,06	l
21,30	g	10,75	b	3,77	i	12,23	j	4,07	k	11,30	i
21,57	y	11,16	h	3,92	i	12,31	j	4,38	k	11,84	i
21,58	y	11,42	h	3,94	i	12,35	j	4,56	k	12,20	l
22,35	g	11,73	h	4,59	i	12,92	j	4,76	k	12,47	l
22,77	g	11,81	h	4,63	i	13,58	j	5,27	k	12,55	l
23,93	g	11,84	h	5,25	i	13,97	j	5,50	k	12,57	l
24,24	y	12,84	h	5,33	i	14,32	j	5,68	k	13,49	l
25,23	g	14,13	h	5,56	i	14,62	j	6,25	k	13,72	i
25,88	y	14,90	h	5,92	i	15,21	j	6,55	k	14,26	l
25,29	g	15,52	h	6,01	i	15,38	j	6,55	k	14,99	l
26,10	g	15,78	h	6,11	i	16,26	j	6,55	k	15,07	l
26,40	y	16,10	h	6,32	i	16,48	j	6,78	k	15,77	i
27,25	y	16,16	h	6,44	i	17,39	j	8,02	k	16,12	l
28,29	v	16,63	h	6,44	i	17,67	j	9,17	k	17,00	l
29,03	y	17,00	h	6,77	i	19,46	j	12,44	k	17,00	l
29,11	g	17,20	h	7,19	i	22,32	j	14,77	k	17,00	l
29,65	y	17,59	h	10,95	i	22,75	j	15,19	k	17,00	l
34,09	g	17,63	h	11,00	i	24,00	j	15,34	k	17,00	i
34,42	g	18,00	h	11,00	i	24,00	j	17,00	k	17,00	

Letra m		Letra n		Letra o		Letra p		Letra q		Letra r	
T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R
2,54		3,87	n	5,58	o	10,62	p	10,66	q	4,57	r
9,46	m	4,02	n	7,65	o	10,94	p	11,53	q	4,62	r
10,31	m	4,16	n	8,40	o	11,12	p	11,80	q	5,20	r
10,36	m	4,35	n	8,51	o	11,51	p	12,32	q	6,17	r
10,51	m	4,44	n	8,97	o	11,68	p	12,33	q	6,32	r
10,61	w	5,15	n	10,22	o	11,87	p	12,38	q	6,67	r
11,04	m	5,40	n	10,28	o	12,38	p	12,55	q	6,73	r
11,97	m	5,67	n	11,20	o	13,54	p	13,64	q	7,04	r
12,76	m	6,00	n	11,52	o	13,78	p	13,66	q	7,05	n
12,91	m	6,42	n	11,76	o	13,88	p	14,60	q	7,10	
13,12	m	6,85	n	11,96	o	14,04	p	14,91	q	7,38	r
13,31	m	7,33	n	13,06	o	14,35	p	15,10	q	7,56	r
13,57	m	7,83	n	13,23	o	14,45	p	15,16	q	8,88	r
13,85	m	8,41	n	13,37	o	15,13	p	15,77	g	9,09	r
14,02	w	8,81	n	13,37	o	16,10	p	15,92	q	10,63	r
14,38	m	9,57	n	13,46	o	18,10	p	15,98	q	10,77	r
14,42	m	10,02	n	13,51	o	18,42	p	16,35	q	11,26	r
14,74	m	10,46	n	14,10	o	19,61	p	18,33	q	11,88	r
15,09	m	10,61	n	14,16	o	20,57	p	19,05	g	12,69	r
15,18	n	10,83	n	14,53	o	21,14	p	20,14	q	13,00	r
16,27	m	10,90	n	14,56	o	21,34	p	20,66	q	13,00	r
22,04	m	11,81	n	14,76	o	21,41	p	21,02	q	13,00	r
22,55	m	13,18	n	14,77	o	21,57	p	21,39	q	13,00	f
22,89	m	14,00	n	14,85	o	21,81	p	21,58	q	13,00	f
24,10	m	14,00	n	15,83	o	22,85	p	22,82	q	13,00	

Letra s		Letra t		Letra u		Letra v		Letra w		Letra x	
T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R	T(s)	R
3,35	s	4,86	t	3,08	u	4,98	v	5,47	x	2,54	x
4,49	s	4,91	t	3,93	u	5,33	v	5,56	v	3,57	x
4,82	s	4,96	t	4,26	u	6,05	v	5,78	v	4,38	x
5,18	s	5,06	t	5,09	u	6,15	v	6,21	w	4,40	x
5,35	s	5,24	t	5,23	u	6,22	v	6,73	w	4,83	x
5,54	s	5,34	t	5,43	u	6,33	v	8,56	w	5,14	x
5,78	s	5,36	t	5,64	u	7,04	v	11,90	w	5,36	x
5,80	s	5,48	t	6,09	u	7,20	v	12,13	w	6,24	x
6,58	s	5,61	t	7,01	u	7,21	v	12,40	v	7,71	x
6,99	s	5,65	t	7,56	u	7,35	v	12,44	w	7,85	x
7,16	g	5,66	t	7,96	u	7,42	v	12,66	w	8,33	x
8,45	s	5,68	t	8,32	u	7,64	v	13,52	w	8,39	x
8,82	s	5,82	t	8,48	u	8,22	v	13,98	w	8,40	x
9,21	s	6,85	t	9,06	u	8,43	v	14,29	w	9,28	x
9,85	s	7,18	t	9,41	u	9,11	v	14,31	w	9,52	e
10,19	s	7,31	t	9,44	u	9,98	v	14,42	w	10,29	x
10,23	s	7,49	t	9,83	u	9,99	v	14,74	w	10,31	x
10,50	s	7,72	t	10,00	u	10,27	v	15,12	w	10,60	x
11,03	s	8,57	t	10,20	u	10,68	v	15,28	w	10,69	x
11,24	s	8,65	t	10,39	u	11,04	v	15,66	w	11,19	x
11,33	s	8,99	t	10,52	u	11,41	v	15,71	w	11,72	x
11,40	s	9,11	t	11,11	u	11,44	v	16,39	w	12,01	x
11,60	s	9,35	t	11,27	u	12,08	v	17,51	w	12,52	x
13,11	s	9,43	t	12,46	u	12,51	v	18,43	w	12,71	x
13,40	s	10,46	t	13,00	u	12,64	v	20,11	w	14,00	x

Letra y		Letra z	
T(s)	R	T(s)	R
5,47	y	3,96	z
6,96	y	3,99	z
7,99	y	4,04	z
12,77	y	4,11	z
13,49	y	4,12	z
13,66	y	4,37	z
13,68	y	4,37	z
13,81	y	4,40	z
13,85	y	4,42	z
14,07	y	5,72	z
14,12	y	5,07	z
14,40	f	5,90	z
15,01	y	5,90	z
15,42	y	5,90	z
15,52	y	5,93	z
15,64	x	6,23	z
16,94	y	6,76	z
17,78	y	6,90	z
17,93	y	7,03	z
18,02	y	7,35	z
18,30	y	7,36	z
19,29	y	7,38	z
19,53	y	7,41	z
20,37	y	7,56	z
21,55	y	7,81	z