

Dispositivo  
tipográfico  
de estudo  
académico  
para a língua  
portuguesa

Aprígio Luís Moreira Morgado

## Enquadramento teórico

Na leitura, o cérebro de um leitor vacila entre duas vias de processamento: a via fonológica e a via semântica. Ambas as vias são essenciais e colaboram entre si para que o leitor seja capaz de ler todas as palavras. Neologismos, palavras raras ou de pronúncia regular são descodificadas por via fonológica, ou seja, o acesso ao significado da palavra faz-se, convertendo inicialmente a sua forma ortográfica em pronúncia. Palavras frequentes ou de pronúncia irregular, são descodificadas por via semântica, pelo que extraímos directamente da forma ortográfica, o sentido da palavra. [Figura 1]

De acordo com a investigação contemporânea, a palavra escrita é dissecada pelo sistema visual e as letras que a constituem são categorizadas alimentado as duas vias. A palavra é assim codificada, segundo um estrutura em forma de árvore, pressupondo uma hierarquização de vários níveis de abstracção crescente onde, após a identificação das letras, estas são agrupadas em unidades ortográficas maiores como digramas, grafemas, sílabas, morfemas até ao reconhecimento da palavra completa. [Figura 2]

### [Desafio à audiência]

Ora vejamos o que acontece quando separamos os constituintes de uma sílaba. A palavra monossilábica **TEU**, constituída pelo ataque **T** e pela rima **EU**. Caso seja introduzido na palavra um elemento perturbador //, de forma a obter **T//EU** ou **TE//U**, observa-se que o reconhecimento da palavra é mais fácil quando esta é interrompida pelos constituintes da sílaba, ataque e rima (**T//EU**) do que quando é interrompida de forma arbitrária.

Embora a presença do elemento estranho entre o ataque e a rima seja perturbadora, é uma segmentação contornável, visto que o leitor analisa o estímulo da palavra nos dois constituintes da sílaba.

**[Desafio à audiência]**

Identificar se a letra do meio de cada uma das palavras, está composta a negrito ou a regular. [Figura 3]

A primeira linha é mais difícil de identificar do que a segunda, porque não respeita as fronteiras inter-silábicas do português. O nosso cérebro tende a agrupar as letras que compõem uma sílaba, demonstrando que o sistema visual não consegue evitar a separação das palavras entre os seus constituintes.

**Proporção da Maiúscula**

No caso da maiúscula, de modo a eliminar os efeitos adversos da proporção da letra clássica na segmentação indesejada de unidades infra-lexicais, consideradas unidades perceptivas do português [Figura 4], procurámos, à semelhança das proporções da letra moderna [Figura 5], a mesma cor entre caracteres. Contudo, fizemo-lo de modo faccioso, ou seja, procurando a mesma cor entre as combinações de caracteres mais frequentes do português. Para este efeito, criámos um *corpus* de 10 obras literárias e desenvolvemos uma pequena aplicação, *ngrams*, para analisar a ocorrência de trigramas. A análise revelou um total de 373.000 trigramas, pelo que foi necessário compreender a evolução das ocorrências de modo a seleccionar uma amostra representativa e humanamente possível de manusear. Como demonstra o gráfico da figura [Figura 6], a evolução da análise é uma curva exponencial, o que permitiu que uma pequena amostra de trigramas fosse altamente representativa dos trios de letras que ocorrem no português. Definimos a amostra com uma frequência igual ou superior a 100 trigramas, garantindo assim uma cobertura de 82% do total de ocorrências do *corpus* criado. De seguida, a partir da delimitação das áreas rectangulares das letras dos tipos *Trajan* e *Bodoni*, criamos dois tipos de letra, *Propclassica* e *Propmoderna*, para analisar a proporção clássica e moderna nos trigramas da amostra [Figura 7]. Posteriormente, geramos uma nova *font*, com as proporções da versão inicial do modelo de estudo, e, confrontando-a com as restantes, prosseguimos com um processo iterativo de desenho, análise, avaliação e redesenho, até se conseguir um modelo de base humanista com proporções optimizadas para a composição do português [Figura 8 e 9].

Ainda com o recurso ao *ngrams* analisámos a ocorrência de sinais diacríticos nas 5 línguas europeias: português, espanhol, francês, inglês e alemão. O estudo concluiu que o português constitui, a par do espanhol e do francês, a língua com o maior número de sinais diacríticos posicionados acima da *altura de x* e o maior

número de sinais diacríticos (cedilha) abaixo da *baseline*. Portanto, de modo a integrar os sinais diacríticos das maiúsculas na linha de texto, melhorando a textura do bloco e mantendo, simultaneamente, uma maior dimensão para acomodar os sinais ortográficos, optámos por diminuir ligeiramente a altura da maiúscula.

[Figura 10]

Já falamos como reconhecemos as palavras, mas como é que reconhecemos as letras? E, como é que somos capazes de reconhecer milhares de palavras independentemente da sua forma tipográfica?

Esta última questão, a que os psicólogos chamam “Invariância perceptual”, foi central na investigação. Foi necessário compreender como e quando ocorre a abstracção da forma, com vista a isolarmos o problema e percebermos até onde e como poderíamos actuar no desenho da letra.

O nosso cérebro lida com o problema da invariância segundo um sistema organizado por níveis hierárquicos, onde uma dada informação é progressivamente categorizada, de forma que a distinção entre palavras iguais compostas por tipos de letra diferentes, processadas inicialmente por neurónios diferentes na área visual primária, vão sofrendo um processo de abstracção por codificação e recodificação sucessiva até que se tornem palavras iguais.

Durante a leitura, o sistema visual extrai as componentes mais relevantes das letras. No cérebro, no núcleo geniculado central, os neurónios apenas reconhecem contrastes locais, ou seja, ausência ou não de luz [Figura 11]. No córtex visual primário, os neurónios respondem perante informação de outra natureza, ou seja, reconhecem traços com uma determinada direcção [Figura 12]. No nível seguinte, na área visual V2, os neurónios detectam contornos elementares pela combinação dos traços de V1 [Figura 13]. Na área V4, combinações de contornos elementares permitem que os neurónios respondam a formas simples, portanto, ainda que dependentes da forma, muitos neurónios já codificam algumas letras [Figura 14]. O reconhecimento da letra, enquanto entidade abstracta, ocorre provavelmente em V8 em ambos os hemisférios [Figura 15]. Neste nível, os detectores das letras são moderadamente tolerantes a diferenças de escala e posição, uma vez que os seus campos receptores se mantêm pequenos. Uma vez combinados, os detectores de letras abstractos, alcançam um estágio onde os neurónios são sensíveis a conjuntos de letras locais como por exemplo digramas [Figura 16]. No próximo estágio da pirâmide visual, os neurónios combinam pares ordenados de letras. Neste nível os neurónios deverão extrair sequências relevantes

para alimentar as vias fonológica e semântica da leitura [Figura 17]. Assim, alguns neurónios reagirão selectivamente a grafemas frequentes, outros a vocábulos frequentes (pronomes, preposições, etc.), radicais, afixos e morfemas. Letras que não sejam assim identificadas, são identificadas por contexto. No reconhecimento das palavras «de Feijão encarnado» [Figura 18], a identificação da letra é posterior à identificação da palavra.

## Crowding

O reconhecimento das letras enquanto entidades abstractas, como condição essencial para a leitura, restringiu o campo de acção da investigação aos mecanismos visuais de baixo nível. Uma vez invariante à forma, a letra deixa de estar subordinada ao domínio do desenho. Considerando esta pequena fresta operacional, redireccionou-se o curso da investigação sobre o estudo de um fenómeno ubíquo do sistema visual, disruptivo do reconhecimento de objectos, que ocorre no córtex visual, provavelmente entre V1 e V4, o *crowding*.

### [Desafio à audiência]

Neste contexto, tomando como exemplo uma imagem que todos conhecemos, *Onde está o Wally?* [Figura 19]

Para identificarmos o Wally, precisamos de isolá-lo do seu espaço envolvente. O *crowding* é um fenómeno caracterizado pela dificuldade de reconhecer, na periferia do campo visual, objectos na presença de objectos adjacentes.

### [Desafio à audiência]

Se fixarmos o sinal «-» reparamos que é fácil identificar a letra «r» à esquerda, mas difícil identificar a letra «r» à direita. Para identificarmos o «r» à direita temos que mover os olhos para o sinal «+». [Figura 20]

O efeito é caracterizado por um espaço crítico, uma região pela qual o sistema visual combina as componentes. Esta região é proporcional à excentricidade, ou seja, à distância entre o ponto de fixação e o objecto alvo. A partir de um certo limite de excentricidade, o espaço crítico do leitor torna-se maior que o espaçamento entre caracteres e estes «aglomeram-se» entre si, ou seja, estão sob *crowding* [Figura 21]. Para ler, necessitamos de identificar as letras, portanto a velocidade de leitura depende essencialmente da quantidade de letras que conseguimos identificar

em cada fixação, quantidade essa que segundo os investigadores está limitada pelo *crowding*.

Estudos recentes demonstraram que o *crowding* aumenta com a complexidade das letras flanco e com a semelhança entre letras alvo e flanco. [Figura 22 e 23]

### Proporção da minúscula

Na construção do dispositivo tipográfico de estudo académico, concentramo-nos inicialmente na proporção da letra minúscula.

Com base na crescente evidência científica de modelos de percepção baseados na identificação das letras através das suas componentes (horizontais, verticais, etc.) e, nos estudos recentes, na área das ciências cognitivas que demonstram que, entre as várias componentes das letras, as terminações, seguindo-se das horizontais, constituíam a classe de componentes mais importante no reconhecimento da letra, questionámo-nos acerca da ocorrência de componentes considerados chave na identificação das letras na língua. Para tal, recorremos ao *ngrams*, para analisar a ocorrência de caracteres e sequências de  $n$  caracteres, a partir da qual, analisámos as ocorrências de terminais ascendentes e descendentes em 5 línguas europeias: português, espanhol, francês, alemão e inglês. Da análise concluímos haver diferenças significativas entre as línguas de origem românica e germânica [Figura 24]. As línguas românicas face às germânicas são mais baixas, constituindo o português a língua mais baixa, isto é, com menor ocorrência de caracteres com ascendentes e maior ocorrência de caracteres com *altura de x*. Portanto, na expectativa de diminuir o *crowding*, estas conclusões permitiram-nos estabelecer a proporção do modelo, aumentando os ascendentes à semelhança dos tipos de letra de *Garamond* e *Granjon*, recuperando, assim, relações espaciais entre ascendentes e a *altura de x* que, muitos tipos diminuíram, por motivos económicos ou mesmo, de contágio cultural. [Figura 25]

A pouca frequência de terminais ascendentes nas línguas românicas, levou-nos igualmente a interrogar se as horizontais, a segunda classe de componentes mais importante no reconhecimento da letra, não teriam um papel preponderante na legibilidade do português, suposição que nos levou a alargar ligeiramente a proporção da minúscula. [Figura 26]

## Caracteres alternativos para contexto

De modo a diminuir o *crowding* no português, identificámos na amostra um conjunto de sequências que, de acordo com o efeito de semelhança e complexidade fossem sequências consideradas críticas do ponto de vista da legibilidade. Para este efeito, com base em estudos e métodos desenvolvidos por cientistas da visão, partimos da complexidade espacial do tipo *Times* e, considerando que letras centrais de fraca complexidade são mais susceptíveis à complexidade dos flancos, seleccionámos um conjunto de trigramas da língua portuguesa, onde a identificação da letra central é mais difícil de acordo com o efeito de complexidade alvo e flanco [Figura 27]. Posto isto, desenvolvemos um conjunto de caracteres mais simples ou mais complexos para composição das sequências identificadas [Figura 28]. Paralelamente, com base no efeito de semelhança já enunciado, partimos da matriz de confusão para o tipo *Times* e calculámos, na amostra, quais os trigramas onde a probabilidade de confusão entre a letra alvo e letras flanco é maior [Figura 29]. Nesses trigramas, analisámos qual dos flancos contribui para uma maior probabilidade de confusão entre letras. A esses pares de letras acrescentamos os dígrafos do português **rr** e **ss**. Após uma análise às qualidades distintas dessas sequências, consideramos que algumas cumpriam critérios de distinguibilidade, uma vez que o modelo desenvolvido teve como referência as recomendações dos estudos sobre a legibilidade relativa das letras. Assim, conferindo qualidades distintas e seguindo critérios de familiaridade, desenvolvemos um sub-grupo de caracteres alternativos para compor os restantes trigramas. [Figura 30]

A investigação prosseguiu com o teste e avaliação das propostas desenvolvidas segundo o método de curta exposição na visão parafoveal [Figura 31]. Os resultados concluíram que, entre as sequências críticas do ponto de vista da complexidade, apenas a sequência **mim** mostrou significância estatística, tendo a letra **i** maior probabilidade de ser identificada (90,6%) na presença da letra **m** sem serifa do que na presença do **m** com serifa (77,8%). Os estudos concluíram que, entre as várias versões apresentadas, a probabilidade de identificar a letra central dos trios de letras **elh**, **ilh**, **alh** e **unh** é maior para as versões familiares com ascendentes longos. As versões com pior desempenho foram a versão familiar com ascendentes curtos e a versão não familiar, onde o ascendente da letra **h**, se inclina para a direita [Figura 32]. Com o objectivo de perceber se o desempenho verificado pela maior dimensão dos ascendentes poderia ser generalizado para outras sequências do português, estendemos o mesmo teste às restantes sequências da amostra, confrontando versões da mesma letra com ascendentes curtos e ascendentes longos e concluímos que, de um modo geral, a identificação de uma letra

na visão parafoveal beneficia de ascendentes mais longos. Contudo, apenas foi encontrada significância estatística nas sequências **ifi**, **afi** ou **nha**. [Figura 33]

Um olhar mais atento aos resultados revelou que a sequência **ado**, embora com um nível de significância ligeiramente menor, beneficiava de ascendentes menores [Figura 34]. Este resultado inesperado, não verificado para sequências como **ndo**, necessita de estudos mais aprofundados. Porém, uma confirmação dos mesmos resultados, poderá colocar em causa a tradicional concepção da tipografia quanto à constância da altura dos ascendentes.

Ainda no âmbito do estudo sobre a semelhança alvo-flanco, o resultado mais curioso foi o verificado para as sequências **ess** e **sse**. Aqui, a significância encontrada não se deve ao bom desempenho na identificação de uma determinada sequência, mas ao mau desempenho da ligadura **ss** [Figura 35]. Não obstante, todos os participantes terem tomado contacto prévio com os caracteres desenvolvidos, alguns manifestaram que, apesar de identificarem facilmente a ligadura, consideravam-no um dos símbolos mais difíceis do estudo, uma vez que tinham que pensar para separar o *s* central do dígrafo **ss**. Estas observações, levaram-nos a considerar que o mau desempenho da ligadura não se deveria a efeitos adversos do *crowding*, ou à estranheza do símbolo, mas à natureza do estudo que implicava separar uma unidade perceptiva. [Figura 36]

Perante a evidência de termos criado, inadvertidamente, um *cluster* visual, questionámos outros aspectos importantes na investigação que abrem novas perspectivas no estudo da eficiência da legibilidade tipográfica do português, designadamente, a importância de clusters de letras na leitura.

## Ligaturas

Assim, interrogados acerca dos efeitos adversos na criação ou composição arbitrária de ligaturas discricionárias que agrupam letras, não respeitando fronteiras entre constituintes silábicos e grafémicos [Figura 37]. Identificámos um conjunto de *clusters* de consoantes em ataques de sílaba e de grafemas compostos por múltiplas letras que poderão servir de base aos designers na construção de ligaturas. Estas ligaturas além de eliminarem eventuais perturbações no ritmo da leitura poderão ter um papel facilitador na conversão por via grafo-fonológica uma vez que agrupam letras, codificando informação fonológica, eliminando eventuais competições ao nível dos grafemas individuais.

Assim, interrogados acerca dos efeitos adversos na criação ou composição arbitrária de ligaturas discricionárias que agrupam letras, não respeitando fronteiras entre constituintes silábicos e grafémicos. Identificámos um conjunto de clusters de consoantes em ataques de sílabas e de grafemas compostos por múltiplas letras [Figura 38 e 39] que poderão servir de base aos designers na construção de ligaturas conscientes da segmentação realizada pelo sistema de leitura.

### **[Dispositivo Tipográfico – Implementação dos resultados]**

[Figura 40, 41 e 42]

#### **NOTA FINAL**

Este texto é uma transcrição integral da comunicação efectuada no âmbito das Conferências PAR 2017.

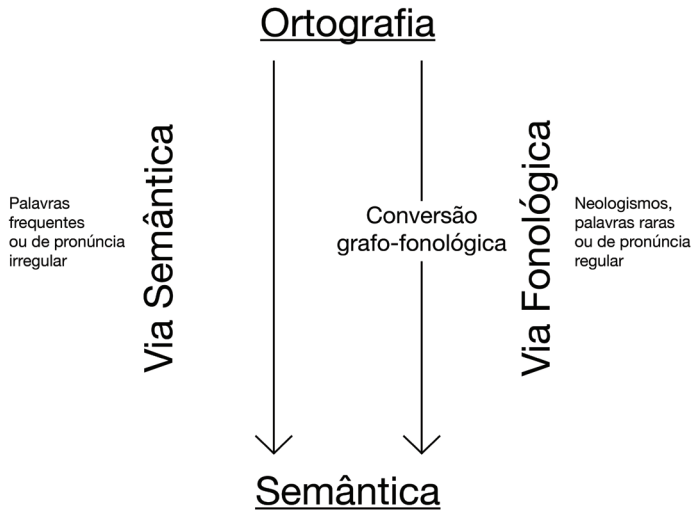


Figura 1



Figura 2

Enquadramento Teórico

**LEITE; SURRA; VINHO; COUVE; SABOR**  
**CANTO; GRILO; FOLIA; METRO; ZINCO**

Figura 3

Dispositivo Tipográfico

Proporção caixa-alta

BEL-O  
BE-LO

Letra Clássica

Figura 4



Figura 5

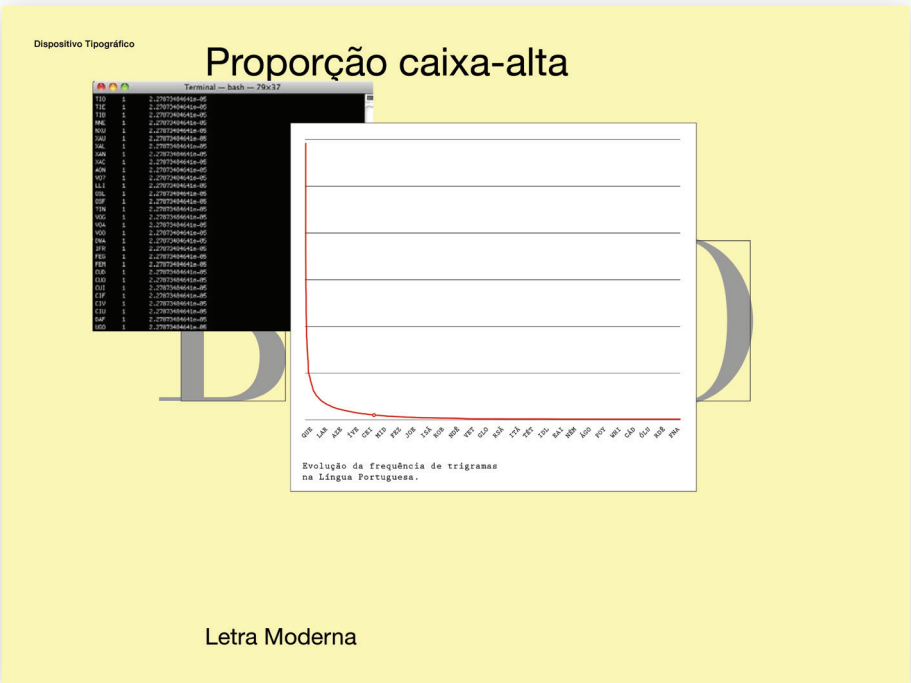


Figura 6



Figura 7

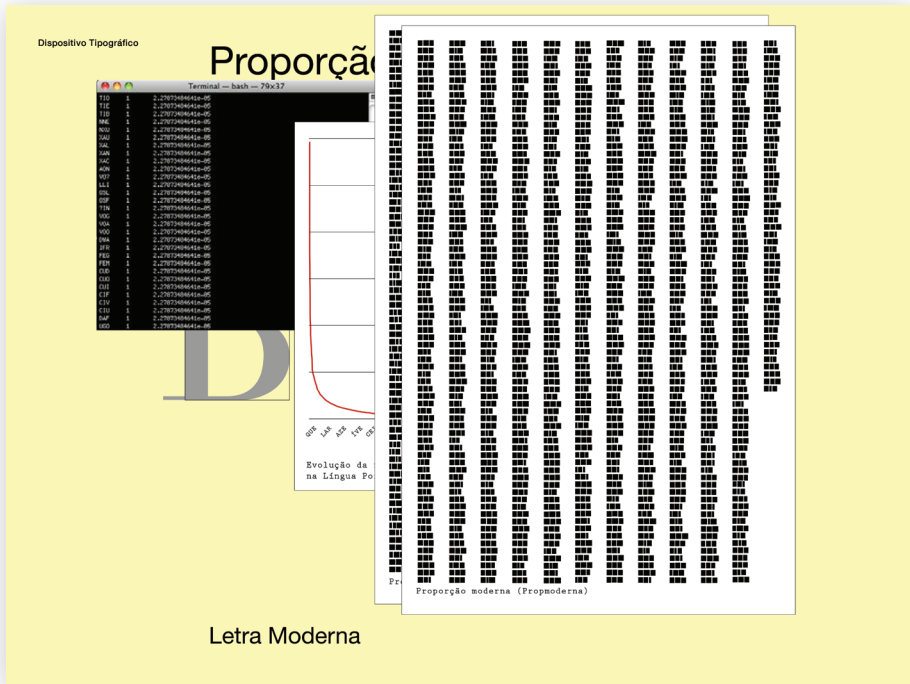


Figura 8

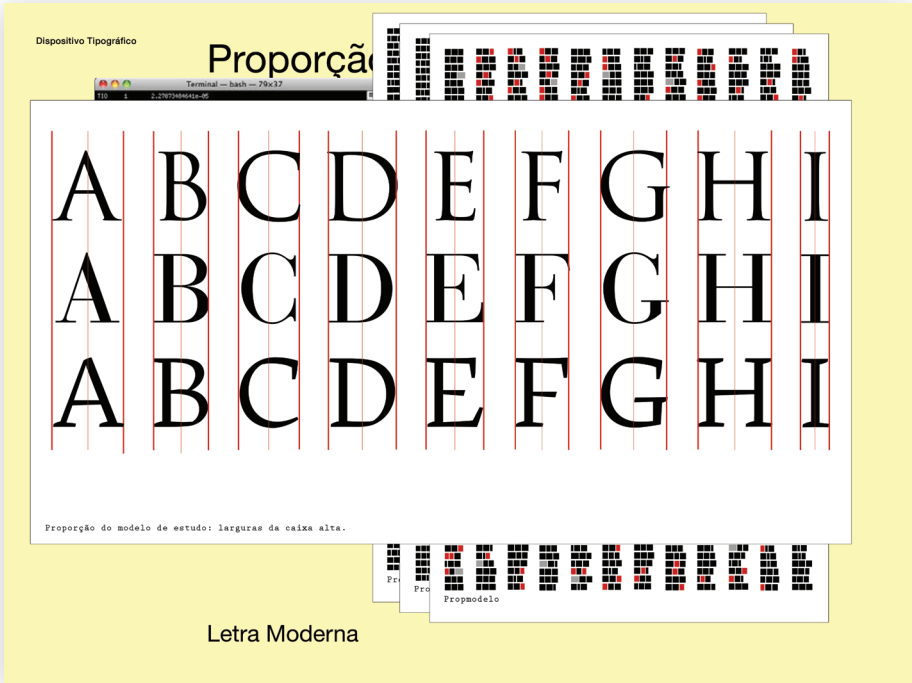


Figura 9

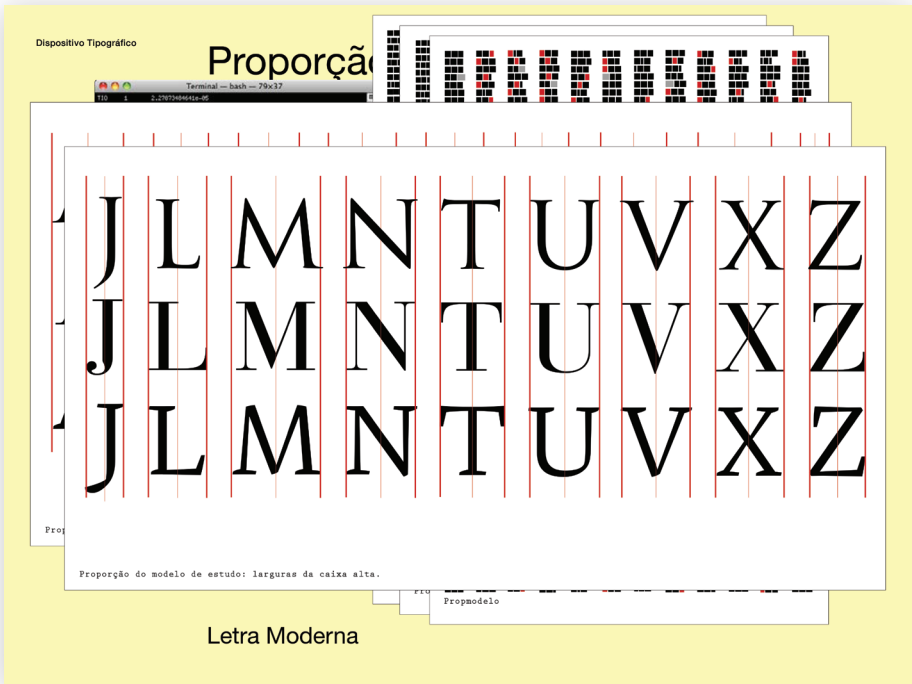


Figura 10

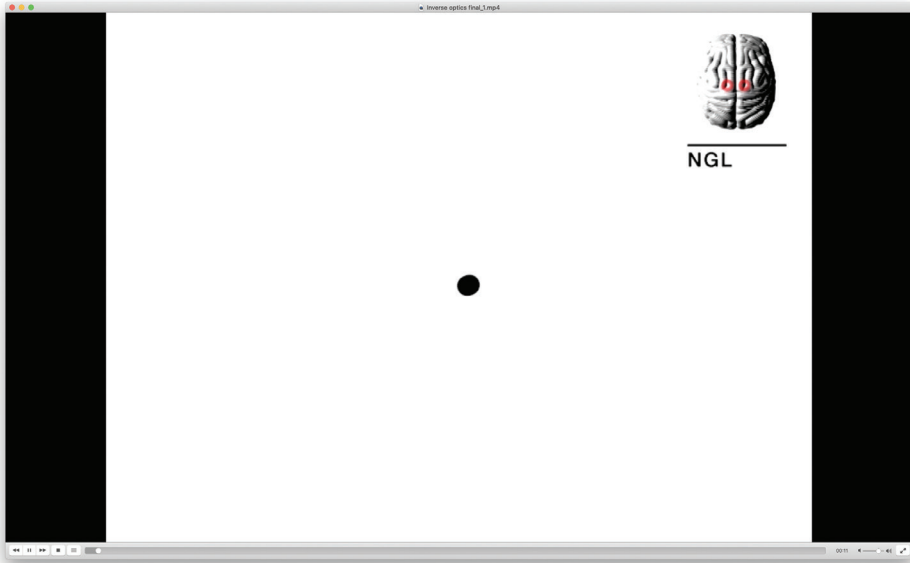


Figura 11

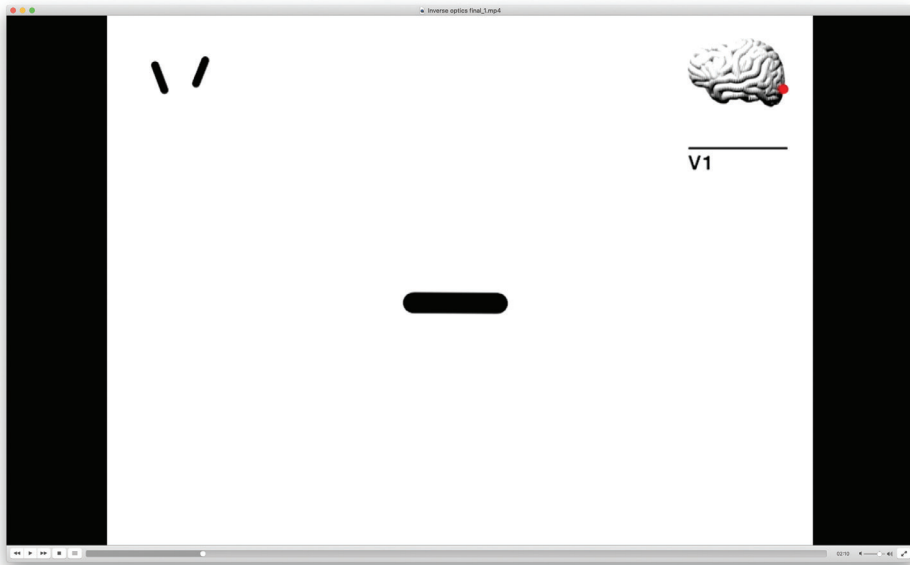


Figura 12

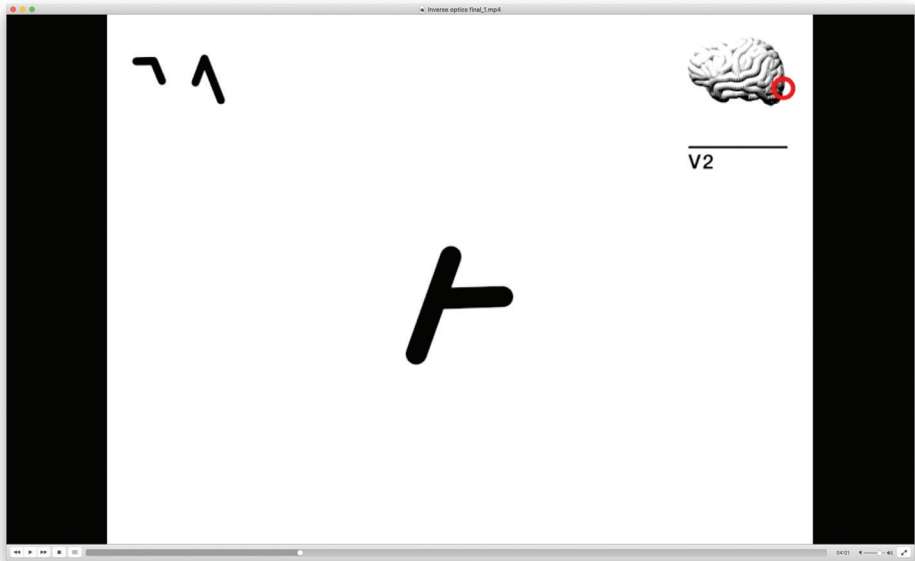


Figura 13

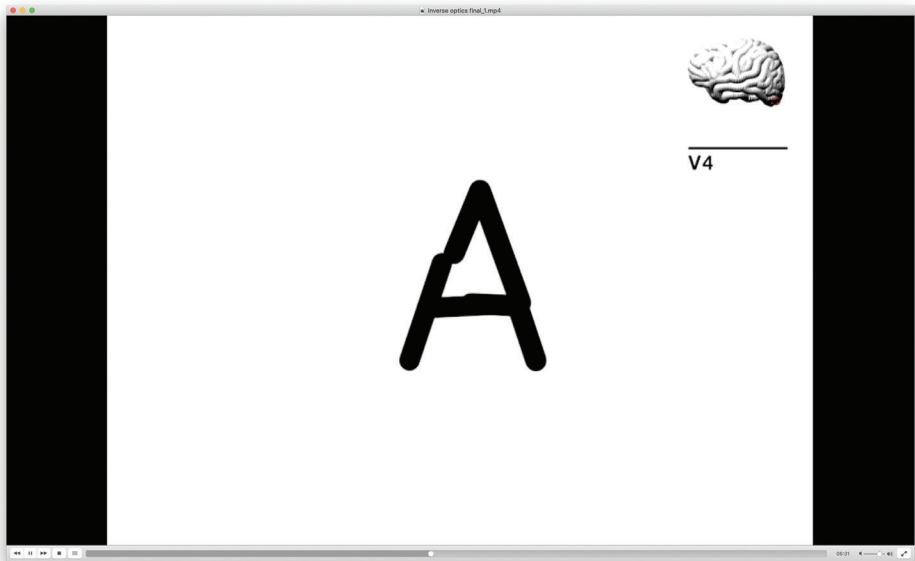


Figura 14

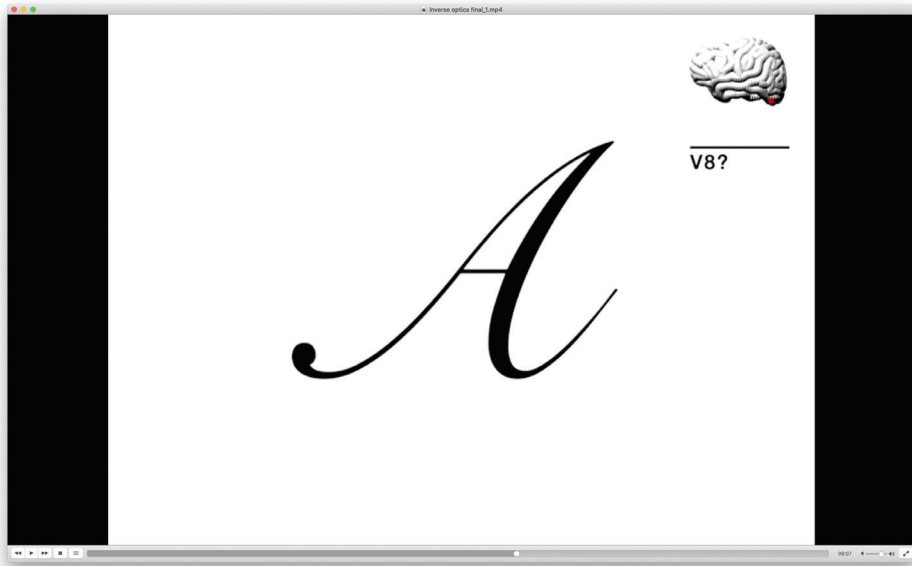


Figura 15

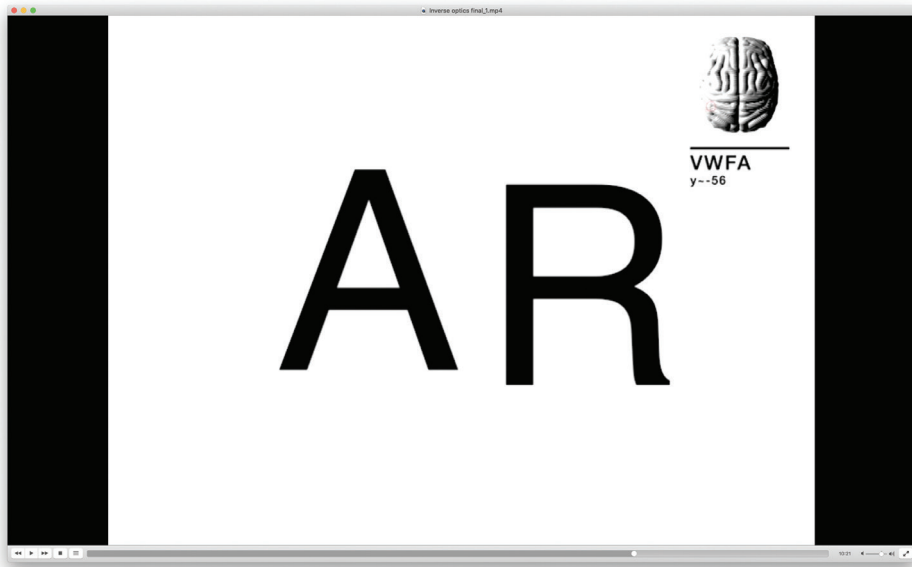


Figura 16

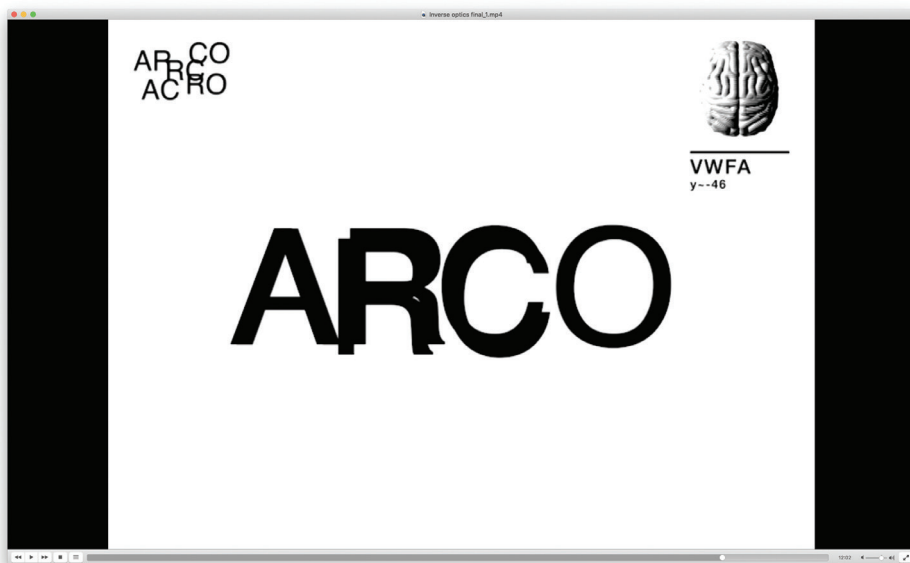


Figura 17

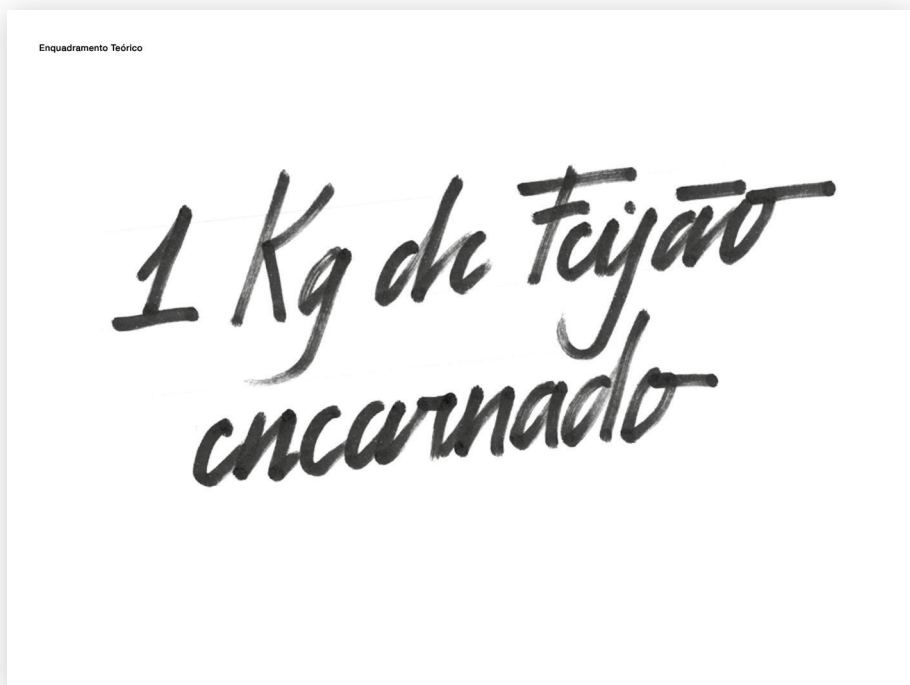


Figura 18



Figura 19

Enquadramento Teórico

Crowding

**r - +are**

Figura 20

# Crowding

**r** + are **are**

Figura 21

# Crowding

**r** - + 逝r通

Figura 22

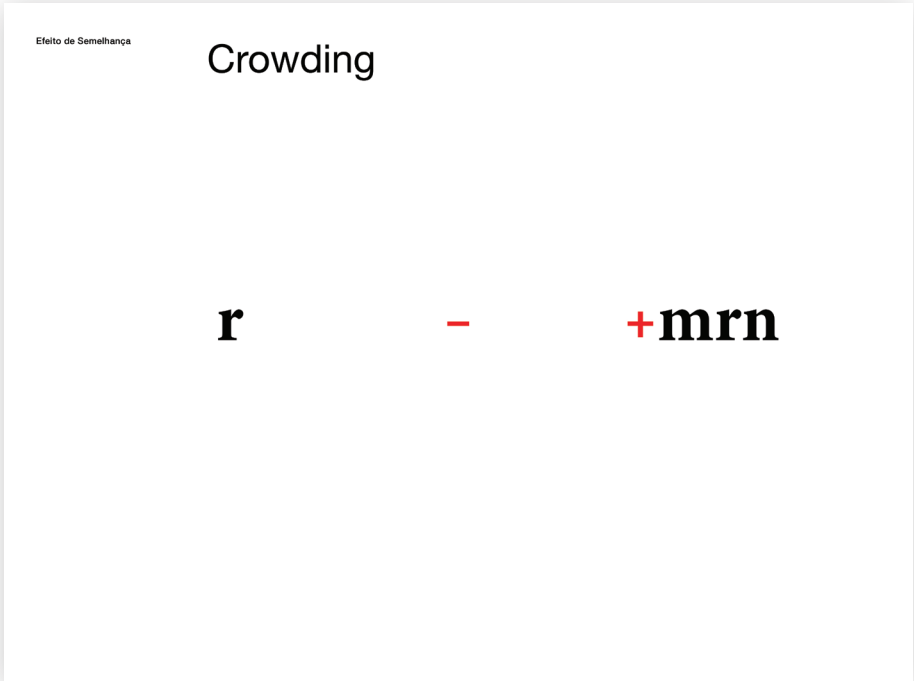


Figura 23



Figura 24

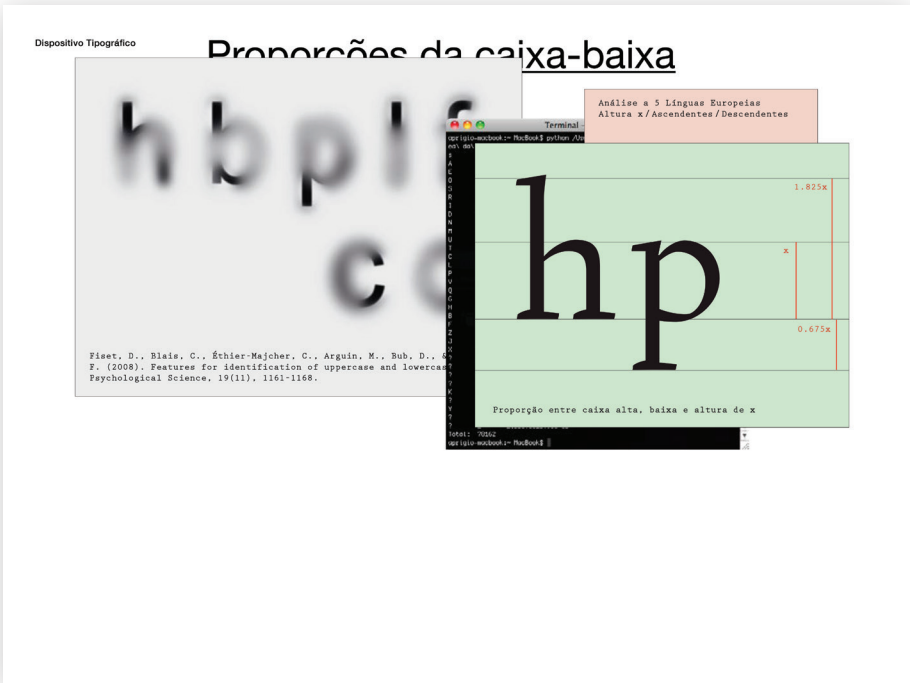


Figura 25



Figura 26





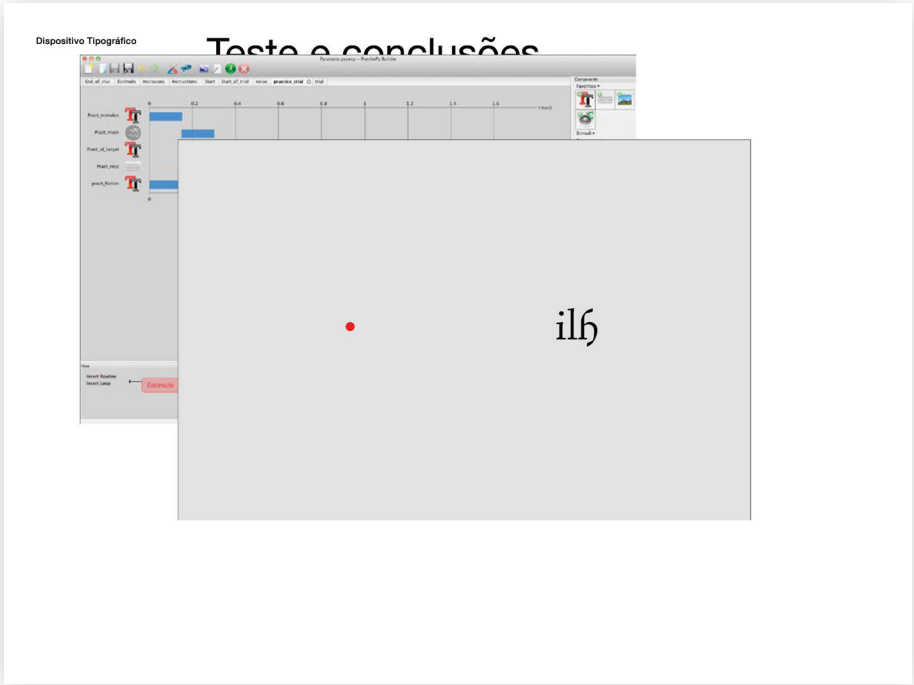


Figura 31



Figura 32

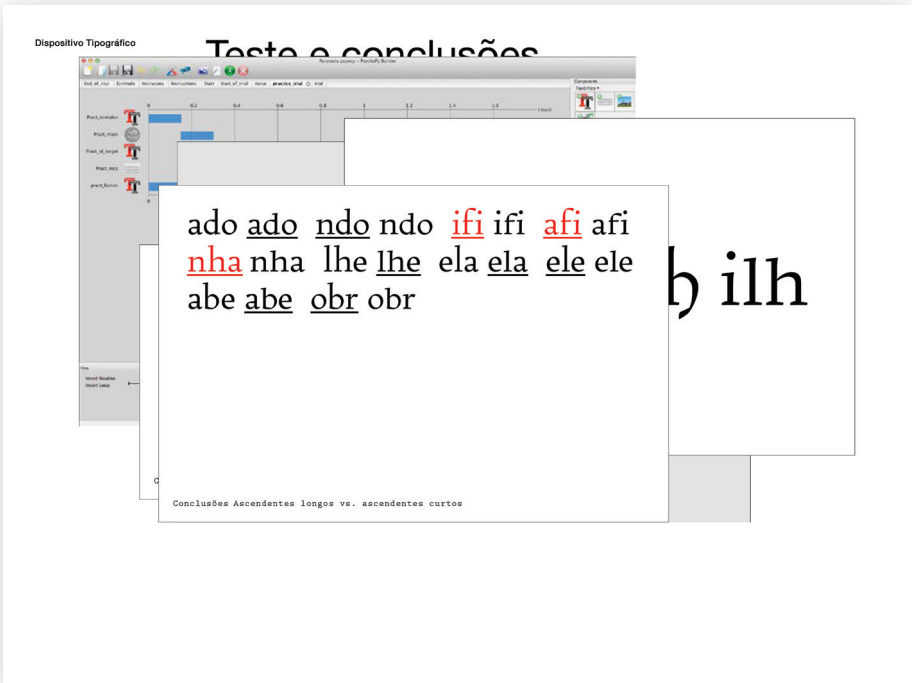


Figura 33



Figura 34



Figura 35



Figura 36

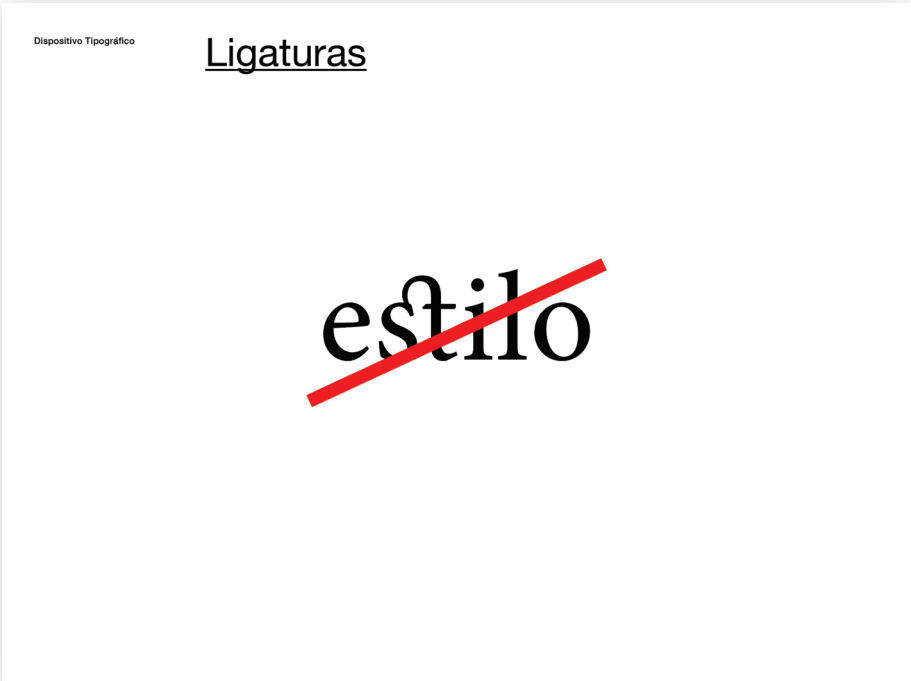


Figura 37

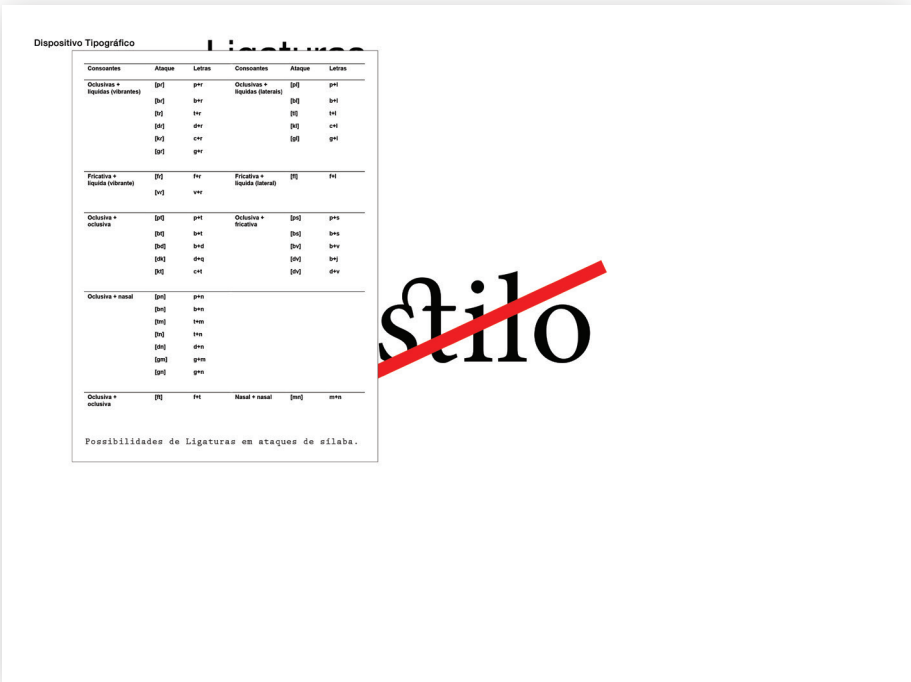


Figura 38



so quanto os outros, porém que possuía que  
 as homogéneas. Mostrou o seu achado a um  
 que lhe disse que estavam redigidas em po  
 rmaram que em iídiche. Antes de um sécu  
 idioma: um dialecto samoiedo-lituano do g  
 e árabe clássico. Também decifrou-se o cor  
 ombinatória, ilustradas por exemplos de v  
 itada. Esses exemplos permitiram que um  
 descobrisse a lei fundamental da Bibliotec  
 que todos os livros, por diversos que sejam  
 iguais: o espaço, o ponto, a vírgula as vinte

Figura 41

so quanto os outros, porém que possuía que  
 as homogéneas. Mostrou o seu achado a um  
 que lhe disse que estavam redigidas em po  
 rmaram que em iídiche. Antes de um sécu  
 idioma: um dialecto samoiedo-lituano do g  
 e árabe clássico. Também decifrou-se o con  
 ombinatória, ilustradas por exemplos de va  
 itada. Esses exemplos permitiram que um  
 descobrisse a lei fundamental da Bibliotec  
 que todos os livros, por diversos que sejam  
 iguais: o espaço, o ponto, a vírgula as vinte

Figura 42