Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics, Vol. 5, N. 1, 2017.

Trabalho apresentado no CNMAC, Gramado - RS, 2016.

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

# Uma correspondência entre fonemas e conjuntos de letras no português do Rio de Janeiro

Dinamérico P. Pombo Jr.[1]
Instituto de Matemática e Estatística, UFF, Niterói, RJ

**Resumo**. Neste trabalho utilizamos a noção matemática fundamental de relação de equivalência para exibir uma correspondência bijetora entre o conjunto dos fonemas da Língua Portuguesa, tomando como base o dialeto carioca, e um conjunto constituído por conjuntos de letras da mesma língua.

**Palavras-chave**. Português, Rio de Janeiro, letras, fonemas, relação de equivalência, aplicação bijetora.

## 1 Introdução

Na Língua Portuguesa pode ocorrer que, a uma determinada letra, esteja associado um e apenas um fonema, independentemente da posição que ela ocupe na palavra em que esteja inserida, como é o caso, por exemplo, das letras b, f e p. Por outro lado, pode ocorrer que, a uma determinada letra, estejam associados no mínimo dois fonemas: por exemplo, à letra g estão associados os fonemas [k], como na palavra gaveta, e [ʒ], como na palavra girassol. E a letras diferentes pode corresponder o mesmo fonema, como é o caso do c da palavra cinema e do s da palavra sapo, o que deixaria de ser verdade se nos referíssemos ao c da palavra cobra e ao s da palavra asa.

Apesar do que acabamos de mencionar, mostraremos como é possível usar a noção de relação de equivalência para exibir uma correspondência bijetora entre o conjunto dos fonemas da Língua Portuguesa, tomando como base o português do Rio de Janeiro, e um conjunto formado por conjuntos representativos de letras da mesma língua. Cabe também ressaltar que o presente trabalho foi motivado pela leitura de [2].

Antes de prosseguir lembremos que uma relação binária $R$ em um conjunto $X$ é uma relação de equivalência em $X$ se, para $x, y, z \in X$, as seguintes propriedades são satisfeitas: $xRx$ (reflexividade); se $xRy$, então $yRx$ (simetria); se $xRy$ e $yRz$, então $xRz$ (transitividade). Há vários exemplos importantes de relações de equivalência, entre os quais podemos citar: a relação de igualdade em um conjunto arbitrário, a relação de congruência módulo $n$ no conjunto $\mathbb{Z}$ dos números inteiros ( $x, y \in \mathbb{Z}$ são côngruos módulo $n$ quando $x - y \in n\mathbb{Z}$ ), a relação $S$ em um espaço vetorial arbitrário $V$ definida por um subespaço vetorial $M$ de $V$ por $xSy$ se $x - y \in M (x, y \in V)$. Se $R$ é uma relação de

[1]dpombo@terra.com.br

DOI: 10.5540/03.2017.005.01.0566

equivalência em um conjunto $X$, a classe de equivalência de um elemento $x$ de $X$ (denotada por $x^*$ ) é o conjunto dos elementos $y$ de $X$ tais que $yRx\,(x \in x^*$ ); o conjunto das classes de equivalência definidas por $R$ em $X$ será denotado por $X/R$. Cabe lembrar que $X/R$ é uma partição de $X$, visto que cada $x \in X$ pertence a um e apenas um elemento de $X/R$, a saber, $x^*$. Cabe também mencionar que os conceitos e fatos elementares de teoria dos conjuntos usados no presente trabalho podem ser encontrados em [3].

## 2 Uma tabela de letras

Iniciaremos apresentando uma tabela de letras, em cuja confecção nos apoiamos fortemente em [1] e [2], contendo algumas poucas características das mesmas e exemplos esclarecedores, que evidenciará a importância da posição ocupada por cada letra na palavra em que esteja inserida e desempenhará um papel relevante no que vem a seguir. Na feitura dessa tabela uma certa letra (na grafia corrente) poderá dar lugar a novas letras, as quais serão consideradas como letras distintas e representadas por símbolos distintos.

Tabela 1: Tabela de letras.

| Letra | Posição e/ou caracterização | Exemplos |
|---|---|---|
| a, á | vogal tônica oral | taco, mato, lá, átomo |
| *a* | vogal átona oral | sal*a*, nêsper*a*, vid*a*, cel*a*, mes*a* |
| **a** , â, ã, **am**, **âm**, **an**, **ân** | vogal nasal | p**a**no, r**a**mo, câmera, lâmina, maçã, **am**plo, **âm**bito, **an**tes, **ân**sia, ímã, qu**an**do, qu**an**to, enxagu**an**do |
| e, é | vogal oral e semiaberta | peça, métrica, tela, périplo |
| *e*, ê | vogal oral e semifechada | m*e*do, pêssego, pavê |
| **em**, **ém**, **êm**, **en**, **ên** | vogal nasal | s**em**pre, **êm**bolo, c**en**tro, conc**ên**trico, am**ém** |
| ***e*** | fim de palavra | padr***e***, mort***e***, lev***e***, verd***e*** |
| i, í | vogal oral | ilha, pino, lápis, júri, ali, facínora, vida |
| **im**, **ím**, **in**, **ín** | vogal nasal | s**im**ples, s**ím**bolo, t**in**ta, s**ín**crono, qu**in**quênio |
| o, ó | vogal oral e semiaberta | ova, ótima, forte, pólvora |
| *o*, ô | vogal oral e semifechada | r*o*lha, avô, p*o*vo, gl*o*bo |
| **om**, **ôm**, **on**, **ôn** | vogal nasal | **om**bro, c**ôm**puto, **on**tem, c**ôn**sul |
| ***o*** | fim de palavra | cas***o***, vas***o***, pov***o***, amig***o***, glóbul***o*** |
| u, ú | vogal oral | uva, útero, bambu, nu, úmero |
| **um**, **úm**, **un**, **ún** | vogal nasal | alg**um**, pl**úm**beo, n**un**ca, ren**ún**cia, álb**um** |

 

| | | |
|---|---|---|
| e | semivogal i | área, áureo, alemães, saguões, põe, mãe, pães, sermões |
| *i* | semivogal | d*i*abo, cár*i*e, d*i*eta, méd*i*o, tap*i*oca, p*i*olho, m*i*údo, se*i*, pa*i*, ré*i*s, le*i*, heró*i*, bo*i*, fu*i*, azu*i*s, paragua*i*o, averigue*i*, Urugua*i*, fa*i*na, cã*i*bra, mu*i*to |
| em, ém, êm, en | semivogal i | também, ninguém, têm, bem, ontem, delinquem, enxáguem, benzinho, frequente, quente, trenzinho |
| ás, az, és, ês, ez, is, iz, ós, ôs, oz, us, uz | última sílaba, ditongação, semivogal i | atrás, rapaz, pés, mês, tez, bis, giz, cós, expôs, voz, pus, luz |
| o | semivogal u | mágoa, coelho, goela, ao, pão, saguão, cordão |
| *u* | semivogal | ág*u*a, ling*u*iça, delinq*u*em, míng*u*am, apazig*u*o*u*, ling*u*eta, ig*u*al, q*u*ase, diling*u*i*u*, sag*u*ão, q*u*inq*u*ênio, pa*u*, cé*u*, me*u*, vi*u*, do*u*, parag*u*aio, averig*u*ei, aq*u*oso, tranq*u*ilo, q*u*iprocó, freq*u*ente, eq*u*estre |
| am | semivogal u | falam, amaram, choraram, mínguam |
| b | | bolo, abrigo |
| c | antes de a, o, u | casa, cola, cume, pirarucu, acordar |
| *c* | antes de e, i | *c*ebola, *c*idra, a*c*ento, par*c*imônia, per*c*ebe |
| d | antes de a, e (não final), o, u | dedo, dólar, duna, dado, arder |
| *d* | antes de i; antes de e, em fim de palavra | *d*itado, *d*ia, a*d*icional, se*d*e, re*d*e |

| | | |
|---|---|---|
| f | | afinco, fato |
| g | antes de a, o, u | gato, gola, agulha, goela |
| *g* | antes de e, i | *g*ente, *g*erúndio, *g*irassol, baga*g*eiro |
| h | início de palavra | hoje, hiato |
| j | | janela, jeito, jogo, ajeitar, ajuda |
| l | início de sílaba | bala, belo, livro, bolo, lua |
| *l* | fim de sílaba, semivogal u | me*l*, suti*l*, a*l*to, ca*l*ça, to*l*do, qua*l*, igua*l* |
| lh | | calha, assoalho, coelho |
| m | antes de vogal | mala, leme |
| n | antes de vogal | navio, neve |
| nh | | canhoto, arranhar, carinho |
| p | | pato, pele, porto, apuro, apito |
| gu | antes de a, e, i | paguei, saguiguaçu, lingueta, guitarra |
| qu | antes de a, e, i, o | aquário, pequeno, cinquenta, equestre, esquina, esquivo, aquoso, quota, quase, tranquilo |
| r | tônica | rico, rota, remo, rumo, honra |
| rr | intervocálica | carro, garra |
| *r* | átona | ca*r*o, me*r*o |
| s | início de palavra | sala, seta, sítio, soro, suor |
| | antes de a, e, i, o, u e depois de consoante | balsa, persegue, persiste, personalidade, persuadir |
| **s** | antes de consoante | e**s**pera, te**s**ta |
| | fim de palavra | funi**s**, mê**s**, Taí**s** |
| ss | intervocálica | russo, massa |

| | | |
|---|---|---|
| ç | antes de a, o, u<br>depois de consoante | traça, moço, açúcar<br>alça, calça |
| sc | antes de e, i | asceta, fascínio |
| sç | antes de a, o | cresça, desço |
| *x* | antes de consoante<br>entre semivogal e vogal | e*x*cesso, e*x*pectativa, te*x*to<br>au*x*ílio, au*x*iliar |
| *z* | fim de palavra | atri*z*, ve*z*, Beatri*z* |
| t | antes de a, e (não final), o, u | taco, tela, toldo, tudo, conter, conta |
| *t* | antes de i;<br>antes de e, em fim de palavra | *t*ia, *t*ijolo, se*t*e, noi*t*e |
| *s* | intervocálica | me*s*a, ca*s*a |
| z | intervocálica | certeza, beleza, avareza |
| **x** | intervocálica | e**x**emplo, e**x**ímio, e**x**ato, ê**x**ito |
| x | em início de palavra ou<br>representando o mesmo som | xale, xícara, enxuto, caixa |
| ch | | chuva, chave, chalé, inchado |
| v | | vaga, vela, vida, avó, avulso |

# 3 Uma correspondência bijetora entre fonemas e conjuntos de letras

Consideremos o conjunto

L = { a, á, *a*, **a** , â, ã, **am**, **âm**, **an**, **ân**, e, é, *e*, ê, **em**, **ém**, **êm**, **en**, **ên**, ***e***, i, í, **im**, **ím**, **in**, **ín**, o, ó, *o*, ô, **om**, **ôm**, **on**, **ôn**, ***o***, u, ú, **um**, **úm**, **un**, **ún**, e, *i*, em, ém, êm, en, ás, az, és, ês, ez, is, iz, ós, ôs, oz, us, uz, o, *u*, am, b, c, *c*, d, *d*, f, g, *g*, h, j, l, *l*, lh, m, n, nh, p, gu, qu, r, rr, *r*, s, ss, ç, sc, sç, *x*, **s**, *z*, t, *t*, *s*, z, **x**, x, ch, v}

cujos elementos são as letras mencionadas na tabela acima, e o conjunto

F = { zero, [a], [ɑ], [ɑ̃], [ɛ], [e], [ẽ], [i], [ĩ], [ɔ], [o], [õ], [u], [ũ], [j], [w], [b], [k], [d], [d′], [f], [g], [ʒ], [λ], [l], [m], [n], [ɲ], [p], [R], [r], [s], [s′], [t], [t′], [v], [ʃ], [z]}

cujos elementos são os fonemas da Língua Portuguesa [1]. Aqui é importante frisar que se estivéssemos tomando como base, por exemplo, o português do Rio Grande do Sul ou o português normal de Portugal, haveria as modificações pertinentes nos correspondentes conjuntos de letras e fonemas. Entretanto, o argumento que passaremos a descrever se aplicaria a ambos os casos, com as alterações inerentes a cada um.

Para cada $\mu \in$ L designemos por $\theta(\mu)$ o fonema associado a $\mu$; assim, $\theta(\mu) \in$ F. Por exemplo,

$\theta(\mathrm{h}) = \text{zero}$, $\theta(\ \mathbf{a}) = \theta(\text{â}) = \theta(\text{ã}) = \theta(\textbf{am}) = \theta(\textbf{âm}) = \theta(\textbf{an}) = \theta(\textbf{ân}) = [\tilde{\alpha}]$, $\theta(\textbf{om}) = \theta(\textbf{ôm}) = \theta(\textbf{on}) = \theta(\textbf{ôn}) = [\text{õ}]$, $\theta(\mathrm{c}) = \theta(\mathrm{qu}) = [\mathrm{k}]$, $\theta(g) = \theta(\mathrm{j}) = [\text{ʒ}]$, $\theta(\mathrm{lh}) = [\lambda]$, $\theta(\mathrm{r}) = \theta(\mathrm{rr}) = [\mathrm{R}]$, $\theta(c) = \theta(\text{ç}) = \theta(\mathrm{sc}) = \theta(\mathrm{ss}) = [\mathrm{s}]$, $\theta(\mathbf{s}) = \theta(z) = [\mathrm{s}']$, $\theta(s) = \theta(\mathrm{z}) = \theta(\mathbf{x}) = [\mathrm{z}]$, $\theta(\boldsymbol{o}) = \theta(\mathrm{u}) = \theta(\text{ú}) = [\mathrm{u}]$, $\theta(u) = \theta(\mathsf{o}) = \theta(\mathrm{am}) = \theta(l) = [\mathrm{w}]$, $\theta(i) = \theta(\mathsf{e}) = \theta(\mathrm{em}) = \theta(\text{ém}) = \theta(\text{êm}) = \theta(\mathrm{en}) = \theta(\text{ás}) = \theta(\mathrm{az}) = \theta(\text{és}) = \theta(\mathrm{ez}) = \theta(\mathrm{is}) = \theta(\mathrm{iz}) = \theta(\text{ós}) = \theta(\mathrm{oz}) = \theta(\mathrm{us}) = \theta(\mathrm{uz}) = [\mathrm{j}]$, $\theta(\mathrm{x}) = \theta(\mathrm{ch}) = [\text{ʃ}]$.

Cabe também notar que para cada $\xi \in \mathrm{F}$ existe pelo menos um $\mu \in \mathrm{L}$ tal que $\theta(\mu) = \xi$.

Definamos, agora, a seguinte relação binária E em L: para $\mu_1, \mu_2 \in \mathrm{L}$, $\mu_1 \mathrm{E} \mu_2$ se $\theta(\mu_1) = \theta(\mu_2)$. Por exemplo, âEã, gEgu, gEj, rrEr, $c$Eç, zE**x**, $u$Eam, $i$Eêm, e as afirmações lE$l$, sE$s$ e zE$z$ são todas falsas, pois $\theta(\mathrm{l}) = [\mathrm{l}] \neq [\mathrm{u}] = \theta(l)$, $\theta(\mathrm{s}) = [\mathrm{s}] \neq [\mathrm{z}] = \theta(s)$ e $\theta(\mathrm{z}) = [\mathrm{z}] \neq [\mathrm{s}'] = \theta(z)$. É fácil ver que E é uma relação de equivalência em L. Logo, como já lembramos anteriormente, o conjunto L/E das classes de equivalência definidas por E em L é uma partição de L. E, por definição,

L/E ={ {h}, {a, á}, {$a$}, {**a**, â, ã, **am**, **âm**, **an**, **ân**}, {e, é},{$e$, ê}, {**em**, **ém**, **êm**, **en**, **ên**}, {$\boldsymbol{e}$, i, í}, {**im**, **ím**, **in**, **ín**},{o, ó}, {$o$, ô}, {**om**, **ôm**, **on**, **ôn**}, {$\boldsymbol{o}$, u, ú}, {**um**, **úm**, **un**, **ún**}, {$\mathsf{e}$, $i$, em, ém, êm, en, ás, az, és, ês, ez, is, iz, ós, ôs, oz, us, uz}, {$\mathsf{o}$, $u$, am, $l$}, {b}, {c, qu}, {d}, {$d$}, {f}, {g, gu}, {$g$, j}, {lh}, {l}, {m}, {n}, {nh}, {p}, {r, rr}, {$r$}, {$c$, s, ss, ç, sc, sç, $x$}, {**s**, $z$}, {t}, {$t$}, {v}, {$s$, z, **x**}, {x, ch} }.

Seja $\pi : \mathrm{L} \to \mathrm{L/E}$ a aplicação sobrejetora que a cada elemento de L associa a sua classe de equivalência; para $\mu_1, \mu_2 \in \mathrm{L}$, tem-se $\mu_1 \mathrm{E} \mu_2$ se, e somente se, $\pi(\mu_1) = \pi(\mu_2)$. Para cada $\xi \in \mathrm{F}$ tomemos $\mu_1, \mu_2 \in \mathrm{L}$ tais que $\theta(\mu_1) = \theta(\mu_2) = \xi$; logo, $\mu_1 \mathrm{E} \mu_2$, isto é, $\pi(\mu_1) = \pi(\mu_2)$. Definamos então

$$\psi(\xi) = \pi(\mu),$$

onde $\mu \in \mathrm{L}$ e $\theta(\mu) = \xi$ (acabamos de ver que $\psi(\xi)$ independe da escolha de $\mu$). Assim, acabamos de construir uma aplicação $\psi : \mathrm{F} \to \mathrm{L/E}$.

Apesar de tedioso, não seria difícil constatar que a cada $y \in \mathrm{L/E}$ corresponde um único $\xi \in \mathrm{F}$ tal que $\psi(\xi) = y$, o que significa dizer que $\psi$ é bijetora (como F e L/E têm 38 elementos, sabe-se que há 38! bijeções de F em L/E). Na proposição a seguir forneceremos uma demonstração desse fato, o qual também decorre da Proposição 3, p. 33 de [3].

**Proposição 3.1.** *A aplicação $\psi$ é bijetora.*

**Demonstração.** Seja $y$ um elemento arbitrário de L/E. Afirmamos que existe $\xi \in \mathrm{F}$ tal que $\psi(\xi) = y$. Com efeito, tomemos $\mu \in \mathrm{L}$ tal que $\pi(\mu) = y$ e $\xi = \theta(\mu) \in \mathrm{F}$. Então, pela definição de $\psi$, temos

$$\psi(\xi) = \pi(\mu) = y,$$

justificando a nossa afirmação.

Mostremos, agora, que $\xi$ é único. Realmente, seja $\xi' \in \mathrm{F}$ tal que $\psi(\xi') = y$ e seja $\mu' \in \mathrm{L}$ tal que $\theta(\mu') = \xi'$. Logo, pela definição de $\psi$, segue que $\psi(\xi') = \pi(\mu')$. Consequentemente, $\pi(\mu) = \pi(\mu')$, o que equivale a $\mu \mathrm{E} \mu'$, e daí resulta que

$$\xi' = \theta(\mu') = \theta(\mu) = \xi.$$

 

Portanto, a demonstração está concluída.

Se desejássemos, poderíamos explicitar as imagens $\psi(\xi)$ de todos os 38 elementos $\xi$ de F; vejamos algumas delas. Temos fonemas, ou seja, elementos de F, cujas imagens por $\psi$ são conjuntos unitários como, por exemplo,
$\psi$(zero) = {h}, $\psi([\alpha])$ = {*a*}, $\psi$([b]) = {b}, $\psi$([d′]) = {*d*}, $\psi$([f]) = {f},
$\psi([\lambda])$ = {lh}, $\psi$([v]) = {v} e $\psi$([ɲ]) = {nh}.
E temos fonemas cujas imagens por $\psi$ são conjuntos não unitários. Algumas dessas imagens são constituídas exclusivamente por vogais como, por exemplo, $\psi$([a]) = {a, á}, $\psi$([e]) = {*e*, ê} e $\psi$([i]) = {***e***, i, í}, ou exclusivamente por consoantes como, por exemplo, $\psi$([ʒ]) = {*g*, j}, $\psi$([R]) = {r, rr} e $\psi$([s]) = {*c*, s, ss, ç, sc, sç, *x*}. Por outro lado, $\psi$([w]) = {*u*, o, am, *l*} difere de ambas as situações anteriores.

# 4 Conclusões

Neste trabalho, tomando como base o dialeto carioca, utilizamos a noção de relação de equivalência para viabilizar a apresentação de uma reflexão a respeito da complexa relação entre fonemas e letras.

# Referências

[1] C. Cunha e L. Cintra, *Nova gramática do português contemporâneo*, 5ª edição, 7ª impressão, Lexikon Editora Digital, Rio de Janeiro, 2012.

[2] M. Lemle, *Guia teórico do alfabetizador*, 17ª edição, Editora Ática, São Paulo, 2009.

[3] L. Nachbin, *Introdução à Álgebra*, Editora McGraw-Hill do Brasil, Rio de Janeiro, 1971.

DOI: 10.5540/03.2017.005.01.0566  