

LA DETERMINACIÓ DE LA SIL·LABIFICACIÓ ÒPTIMA A TEMPS REAL. APLICACIÓ DE LA TAULA DE PROGRAMACIÓ DINÀMICA

NICOLAU A. DOLS SALAS
Universitat de les Illes Balears

1. Bases de la Teoria de l'Optimitat

La Teoria de l'Optimitat (Prince & Smolensky 1993) és el resultat d'un procés de recerca d'una teoria fonològica no derivativa. Des de l'anomenada Fonologia Generativa clàssica (Chomsky 1964, 1967, Chomsky & Halle 1968) s'ha recorregut un camí en el qual l'abandó del dirigisme extern, és a dir, de la imposició ad-hoc de regles fonològiques i d'ordres d'aplicació de regles fonològiques, ha produït l'assumpció de sistemes més automàtics, sovint basats en el marcatge de l'ordre d'aplicació de regles (Kiparsky 1968, 1972, Kisseberth 1973, Koutsoudas, Sanders & Noll 1974), en el marcatge de les unitats fonològiques (Stanley 1967, Cairns 1969, Sommerstein 1973, Wheeler 1979, Pulleyblank 1988), en el reconeixement de noves unitats fonològiques (Fudge 1969, Hooper 1972, Kiparsky 1979, Cairns & Feinstein 1982, Harris 1983 i Wheeler 1987 pel que fa a la síl·laba), en un sistema diferent d'estructurar les representacions fonològiques (Goldsmith 1976, 1990, Clements & Keyser 1983, Mascaró 1986, Clements 1985) o en l'establiment de principis actius (McCarthy 1986, Itô 1986, 1989, Palmada 1991).

La Fonologia Generativa clàssica feia servir un sistema en el qual es generaven tants de nivells de representació com regles s'aplicaven, segons l'esquema (1):

$$(1) N(0) + R(1) \rightarrow N(1) + R(2) \rightarrow \dots + R(n) \rightarrow (n)$$

Si bé els nivells de representació extrems (nivell fonològic i fonètic) són relativament fàcils de demostrar, normalment per alternances morfològiques,

Revista Española de Lingüística, 30, 2, págs. 427-444.

no ho són tant els nivells intermedis, resultat més d'una exigència del sistema d'aplicació de regles fonològiques que no de la descripció d'un sistema fonològic real. Aquest problema, juntament amb la necessitat de simplificar el sistema, justifica la recerca d'un model fonològic exempt de derivacions. Aquesta és la motivació bàsica de la Teoria de l'Optimitat, basada en una funció *Gen* generadora de candidats a $N(n)$ o output a partir d'un determinat $N(0)$ o input. La selecció del candidat adequat depèn d'una funció *Aval* que avalua el conjunt de candidats a partir de les marques que els imposa una sèrie de restriccions fonològiques universals ordenades jeràrquicament d'una manera particular. Dit d'una altra manera, les restriccions són universals en si mateixes, mentre que la jerarquia en què les col·loca cada sistema lingüístic és paramètrica. Aquest punt, com veurem, és fonamental perquè la jerarquia estableix el nivell relatiu de les violacions o marques en què incorre cada candidat. La innovació del sistema, precisament, és que aquestes restriccions (o aquests filtres) són violables. *Aval* selecciona el candidat òptim, la qual cosa vol dir el millor dels possibles, el que ha incorregut en les marques de més baix nivell, anomenat també «més harmònic».

(2) Structure of Optimality – theoretic grammar

a. $Gen(In_k) \rightarrow \{Out_1, Out_2, \dots\}$

b. $H - eval(Out_i, 1 \leq i \leq \infty) \rightarrow Out_{real}$

(Prince & Smolensky 1993, p. 4).

2. Contribució a l'estudi de l'estructura sil·làbica. Teoria bàsica

Un dels camps en el qual s'ha provat amb satisfacció la teoria és el de l'estructura sil·làbica. P&S (1993) redefeixen la tipologia de llengües establerta per Jakobson (1962) a partir de la prohibició, el requisit o l'opcionalitat d'obertures i/o codes (3) i en dos jocs de restriccions fonològiques (4) basat un d'aquests en qüestions estrictament sil·làbiques (4a) i l'altre en la preservació d'identitat entre input i output (4b).

(3)

		obertures	
		exigides	opcionals
codes	prohibides	Σ^{CV}	$\Sigma^{(C)V}$
	opcionals	$\Sigma^{CV(C)}$	$\Sigma^{(C)V(C)}$

(Prince & Smolensky 1993, p. 85)

(4)

a. ONS Les sil·labes han de tenir obertura

NoCod Les sil·labes no poden tenir coda

(NUC Les síl·labes han de tenir nucli)

(NoCOMPLEX No hi pot haver més d'un segment associat a cada posició sil·làbica)

b. PARSE Els segments subjacents han de ser sil·labificats

FILL Les posicions sil·làbiques han de contenir segments subjacents (Prince & Smolensky ibid.).

Observau ara les combinacions de (5) i els resultats que produeixen:

(5) ONS >>FILL: es podrà produir epèntesi per tal que una síl·laba tenguí obertura, encara que aquesta no compti amb material segmental subjacent. Violarà, per tant, FILL per satisfer ONS. Síl·laba amb obertura obligatòria.

FILL >> ONS: si no hi ha material subjacent per omplir la posició d'obertura, la síl·laba no en tindrà. Violarà, per tant, ONS per satisfer FILL. Síl·laba amb obertura opcional.

NoCOD >> PARSE: si subjacentment hi ha segments consonàntics que segueixen el nucli, seran esborrats. Es violarà, doncs, PARSE per satisfer NoCOD. Síl·laba amb coda prohibida.

PARSE >> NoCOD: si subjacentment hi ha segments consonàntics que segueixen el nucli seran sil·labificats en posició de coda. Es violarà, doncs, NoCOD per satisfer PARSE. Síl·laba amb coda opcional.

Les restriccions explicades fins aquí són les que basteixen l'esquelet de l'estructura sil·làbica, és a dir, els nodes no terminals de l'arbre de la frase. Vegeu a (6) un exemple senzill d'interacció de restriccions que ens permetrà entendre el formalisme utilitzat per la teoria:

(6) /agr/ ¹

	NUC	PARSE	FILL	NoCOD	ONS
☐a.ɣr☐			*		*
a.ɣr	*				*
☐a.ɣr☐			**		
ag		*		*	*

¹ Aquesta il·lustració només ho és del funcionament del sistema. Per això limitam els candidats. Ben segur que una descripció completa de la sil·labificació d'una seqüència com aquesta requeriria jugar amb més restriccions, ja que aquestes són insuficients per avaluar correctament tots els candidats possibles. Pensau, per exemple, que un candidat com .agr. sortiria vencedor d'una taula com aquesta de la qual són absents restriccions com per exemple ALIGN-LEFT (T, σ) >> ALIGN-LEFT (T, σ), responsables, en aquesta relació de dominància, de la bona formació dels marges sil·làbics segons l'escala de sonància.

En aquest quadre els candidats que han de ser avaluats apareixen a la columna de l'esquerra, mentre que les restriccions s'ordenen jeràrquicament d'esquerra a dreta, de manera que la primera és més important que la segona i així successivament. A la columna de l'esquerra el quadre (□) indica segment epentètic, independentment de quin sigui; el punt (.) indica límit de síl·laba, i el dit assenyalador (☞) indica el candidat seleccionat. L'avaluació dels candidats es fixa en les violacions (o marques) en què incorren en relació a cada restricció, i que són indicades amb asteriscs (*). El factor principal de l'avaluació no és el nombre d'aquestes violacions, sinó el rang de la restricció violada. Fixau-vos com els tres primers candidats de la taula (i l'ordre és indiferent) incorren tots en dues violacions. D'aquestes violacions, però, les de més baix nivell corresponen al primer candidat. El segon candidat presenta una violació de la restricció més important, la qual cosa el desqualifica davant tots els altres candidats que no la violen. El tercer candidat coincideix amb el primer que tots dos tenen FILL per primera restricció violada. Ara bé, com que el tercer candidat la viola dues vegades i el primer només una, el tercer queda immediatament desqualificat. Finalment, el quart candidat no pot vèncer el primer perquè viola una restricció de rang més alt que la primera que viola el candidat finalment vencedor.

Observau com un canvi de rang de les restriccions produiria un resultat diferent:

(7) /agt/ (hipotètic)

	NUC	PARSE	ONS	FILL	-COD
a.ɣr□			*	*	
a.ɣr	*		*		
☞□a.ɣr□				**	
ag		*	*		*

És evident que els problemes de la sil·labificació no s'exhaureixen amb aquests jocs de restriccions exposats (simplificats expressament). Algunes qüestions relacionades amb la sil·labificació requereixen un tractament més fi: el respecte a l'escala de sonància², la Maximització de l'Obertura³

² V. Bloomfield (1933), Bloch & Trager (1942), Kiparsky (1979), Selkirk (1982), Vennemann (1988), Wheeler (1987).

³ V. Goldsmith (1990, p. 137).

(=Onset Maximization) o l'anomenada Condició de la Coda (=Coda Condition)⁴.

2.1 Aprofundiment en l'estudi de l'estructura sil·làbica. Alignment

Bases teòriques

Un dels atractius més importants de la T. O. és la facilitat amb què és capaç d'integrar plans diferents de la representació. El mecanisme de la integració (=alignment) n'és una bona mostra. McCarthy & Prince (1993) el defineixen de la manera següent:

(8)

Align (Cat1, Edge1, Cat2, Edge2)=def

$\forall \text{Cat1} \exists \text{Cat2}$ such that Edge1 of Cat1 and Edge2 of Cat2 coincide

Where

Cat1, Cat2 $\in$ PCat $\cup$ GCAT

Edge1, Edge2 $\in$ {Right, Left}

McCarthy & Prince (1993:2).

Aquesta és la manera que té la teoria per integrar unitats de plans de representació diferents. Vegem-ne alguns exemples per familiaritzar-nos amb el sistema:

(9) ALIGN-PR WD (Garawa) [McCarthy & Prince (1993:13)]

Align(PrWd, L, Ft, L).

	ALIGN
$\sigma[(\sigma\sigma)\sigma]$	✓
$[\sigma(\sigma\sigma)]$	*

(Ibid.:14)

La restricció d'integració imposada en Garawa exigeix que tot mot prosòdic comenci en algun peu mètric. De manera que ens referim de manera universal a l'element que apareix en primer lloc dins el parèntesi de la definició, mentre que ens referim al tercer element de manera existencial⁵. És per això que, a l'hora d'escandir una seqüència de tres síl·labes en mots binaris el Garawa deixa la síl·laba final fora del peu i no la inicial. L, R indiquen l'extrem del terme que els precedeix que ha de contactar amb l'altre. En aquest cas mot prosòdic i peu han de coincidir tots dos per l'extrem esquerre. Aquesta notació permet respondre a moltes situacions

⁴ V. Itô (1986 p.21), Yip (1991 p. 62).

⁵ V. Mester & Padgett (1994, p. 80).

diverses, com la que resulta de la restricció següent, responsable de la sufixació:

- (10) ALIGN-SFX
Align(Affix, L, PrWd, R) (Ibid., p. 59).

3. *Alignment i estructura sil·làbica*

Essent la integració un mecanisme que relaciona escales de magnituds diferents, no només és útil per a tractar de la interacció de fonologia i morfologia, sinó que també és útil per al tractament de les relacions entre les diverses grades de l'estructura prosòdica. Contemplant restriccions que aquí ja hem explicat, com ONS o -CODA des d'aquest punt de vista, podem obtenir les restriccions següents:

- (11) ONSET
Align(σ , L, C, L) (Ibid., p. 20)
(12) NO-CODA
Align(σ , R, V, R) (Ibid.)

d'on resulta que tota síl·laba ha de començar en consonant (11), i ha d'acabar en vocal (12).

L'èxit més important d'aquesta extensió de la teoria a l'estructura sil·làbica és poder donar compte de dos fenòmens fins al moment mals d'explicar: el respecte a l'escala de sonància, la maximització de l'obertura o la Condició de Coda⁶.

4. *Escala de sonància i maximització de l'obertura*

El fet que en català, i en d'altres llengües, una seqüència CVCCV se sil·labifiqui com a CV.CCV (si ho permet l'escala de sonància) i no com a CVC.CV és una opció paramètrica que la teoria explica de la manera següent:

- (13) a. ALIGN OBSTRUENTS (T, L, σ , L)
b. ALIGN RESSONANTS (R, L, σ , L)

⁶ V. Itô (1986, p. 21), per al concepte de «Coda Filter» Itô (1989, p. 224), i per al de «Modified Coda Condition» Yip (1991, p. 62).

- c. ALIGN OBSTRUENTS >> ALIGN RESSONANTS (Adaptat d'Itô & Mester 1994, pp. 31-32).

O sia que per (13a) requerim que tota consonant obstruent es trobi a principi de síl·laba, i per (13b) requerim el mateix per a tota consonant ressonant. (13c) dóna preferència a (13a) per damunt (13b), de manera que un output que violi (13a) sempre serà més dolent que no un que violi (13b) (Vegeu, més avall, un exemple d'aplicació d'aquesta jerarquia de restriccions).

Per tal que aquest mecanisme pugui crear obertures TR és necessari que tant (13a) com (13b) dominin la restricció NoCOMPLEX, la qual, com hem vist, prohibeix l'aparició de més d'un segment en cada posició sil·làbica.

5. La condició de coda

El que expliquen les diferents versions d'aquest principi que s'han succeït en la teoria fonològica i que ja hem citat més amunt és reduïble a un fons comú: que el material segmental que pot aparèixer en posició de coda és més reduït que el que pot aparèixer en posició d'obertura. Aquest fet, que havia donat peu a l'establiment del concepte de *licensing* (Goldsmith 1990, Dols 1993, Dols & Wheeler 1995), es pot expressar en la teoria de la integració de la manera següent:

- (14) CODA COND: ALIGN (C, L, σ , L) (Adaptat d'Itô & Mester 1994, p. 30)
- (15) In concrete cases, the consonantal element referred to by means of «C» in (4) [= (14)] is often more narrowly circumscribed by referring to CPlace, marked CPlace, major segment types (resonants, obstruents), etc. (Ibid., p. 31).

Així, doncs, una adaptació de (14) com a (16) exigirà que la coda no disposi de Punt d'Articulació marcat, entenent per PA marcat en posició de coda aquell que no és homorgànic amb una consonant següent.

- (16) CODA COND-MARKED CPLACE: ALIGN (Marked CPlace, L, σ , L)

6. Exemple d'aplicació

Veurem ara quin joc produeix l'aplicació jeràrquica de les restriccions del sistema que hem explicat fins aquí. Ho farem amb un exemple del català

de Mallorca que també ens servirà a la darrera part d'aquest seminari per a l'exemplificació de la computació de l'estructura sil·làbica.

(17) aspecte [əs'pettə] /aspeKt/⁷.

(18) Taula d'avaluació de l'harmonia dels candidats de /aspeKt/ en el català de Mallorca⁸

	PARSE	NUC	FILL	ONS	ALIGN T,L,σ,L	ALIGN R,L,σ,L	No COMPLEX	ALIGN CP,L,σ,L	No CODA
*as.pet.t□			*	*	**				**
as.pek.t□			*	*	**			*	**
a.s□.pe.k□.t□			***	*					
□a.s□.pe.k□.t□			****						
as.pet	*			*	**				**
as.pek.t□		*		*	**			*	**
as.pE.kto			*	*	**		*		

7. La computació de l'estructura sil·làbica

La Teoria de l'Optimitat presenta avantatges clars respecte dels models fonològics derivatius i no és ara el moment de repetir arguments a favor de la teoria. Això no obstant, presenta un problema bàsic que cal tractar en detall. Ens referim a les dificultats provocades per la funció Gen, i que suposen un problema per al correcte funcionament d'Aval. Teòricament, i si no es reprimeix la possibilitat d'epèntesi, Gen podria produir un nombre infinit de candidats a output de qualsevol input. Certament, això és un problema insoluble per al bon funcionament del mecanisme proposat. Les sortides que es proposen per a aquesta qüestió són la utilització d'expressions regulars (o autòmats d'estat finit, FSA, per a la creació d'un subconjunt de tots els candidats possibles) basat en regles estructurals molt

⁷ Feim abstracció aquí de l'adscripció fonètica o fonològica de la vocal inicial i assenyalam amb K una consonant obstruent amb PA indesxifrable a la representació fonològica. Observau, també, que la vocal final de la representació fonètica és epentètica, i.e. no apareix a la representació subjacent. Això és evident a partir d'un derivat de la mateixa arrel com aspectual.

⁸ Per a l'exemple citat, PARSE i NUC no estan ordenades entre si. A més a més, les marques que apareixen a les columnes de les restriccions ALIGN són expressades de manera primitiva o booleana i no de manera gradual, com sembla més indicat (Mester & Padgett 1994, p. 81) i McCarthy & Prince (1993).

bàsiques (Ellison 1994), o bé la computació a temps real de les diverses solucions de sil·labificació que s'obren davant cada segment de l'input (Tesar 1995)⁹. Aquesta darrera és la possibilitat que ens interessa explorar aquí.

8. *Taula de Programació Dinàmica*

Els elements dels quals parteix Tesar per realitzar la sil·labificació dels segments de l'input al mateix temps que es prenen en consideració d'esquerra a dreta són:

- a) el material segmental de l'input (amb especificació C/V).
- b) tres operacions possibles per a cada posició de l'esquelet sil·làbic: sil·labificació (parsing), elisió (underparsing) i epèntesi (overparsing). D'aquestes les dues primeres consumeixen input, la tercera no.
- c) la «gramàtica de posicions de l'estructura sil·làbica». Per a Tesar (1995),

(19) Gramàtica de posicions de l'estructura sil·làbica (Tesar 1995)

S	e o nN
O	nN
N	e dD oO nN
D	e oO nN

[S=posició inicial; e=seqüència buida; O=obertura; N=nucli; D=coda; la gramàtica de posicions s'ha de llegir així: «S» pot anar seguida de e (res), O (obertura), N (nucli); «O» pot anar seguida de N (nucli), etc.]. Aquesta gramàtica de posicions ha de generar totes les estructures sil·làbiques possibles.

- d) la jerarquia imposada per cada sistema lingüístic a les restriccions universals.

El funcionament de la TPD és el següent:

1. es crea una taula, l'eix horitzontal de la qual dedica un espai a cada posició segmental de l'input amb indicació de la categoria C/V. S'afegeix al principi de tot una casella anomenada Començament de l'Input, per si de cas es produeix epèntesi al principi de la seqüència;

2. Es dedica un espai de l'eix vertical a cadascuna de les posicions de la gramàtica (S, O, N, D).

⁹ V. també Eisner (1997).

Exemple: /CVC/

(20) Exemple de TPD (buida)

	Començament de l'input	$i_1=C$	$i_2=V$	$i_3=C$
S				
O				
N				
D				

3. Es procedeix a omplir cadascuna de les caselles resultants amb l'operació que s'efectua en cada cas (parsing, underparsing o overparsing), amb les restriccions en què incorren aquestes operacions i amb l'estructura sil·làbica que resulta de la incorporació del segment titular de la columna a la posició titular de la tira. Perquè això darrer sigui possible cal decidir en cada cas a quina sil·labificació produïda a la columna (segment) immediatament anterior s'afegirà el segment que acabam d'associar a una posició sil·làbica. Aquest punt és important, perquè les violacions en què ha incorregut la sil·labificació creada fins al moment seran incorporades a la casella en curs d'estudi. És d'aquesta manera com les violacions es van acumulant, sense necessitat de tornar a avaluar tota la seqüència, sinó simplement l'associació de cada element nou a una cadena ja sil·labificada. Per això cada casella ha de fer constar a quina casella s'afegeix de la columna anterior (parsing o underparsing) o de la pròpia (overparsing).

4. Quan s'ha incorporat tot el material segmental subjacent (input) a la taula i se n'han omplit totes les caselles s'avaluen les marques en què incorren les sil·labificacions presents a les caselles de la columna final (del darrer segment incorporat) que depenen de posicions que la gramàtica considera que poden ser finals, i.e. que poden precedir e (=res, cadena buida).

De fet, però, això que hem explicat informalment és objecte de formalització a l'algorisme següent (traduït de Tesar 1995):

(21) Algorisme de sil·labificació (traduït de Tesar 1995)

Deixau [S, CI] sense estructura i sense marques de violació.

Ompliu totes les altres caselles de la columna CI amb la millor operació d'epèntesi aplicable

Repetiu aquesta operació fins que no canviï el contingut de cap casella.

Per a cada tira X de la columna CI

Per a cada operació d'epèntesi OP per a X

Si Harmonia (OP(CI)) > Harmonia ([X, CI]), aplicau OP(CI) a [X, CI]

Per a cada columna i_j , d'esquerra a dreta

Per a cada tira X

Ompliu $[X, i_j]$ amb el resultat de l'operació d'elisió per a X

Per a cada operació de sil·labificació OP per a X

Si $\text{Harmonia}(\text{OP}(i_j)) > \text{Harmonia}([X, i_j])$ aplicau $\text{OP}(i_j)$ a $[X, i_j]$

Repetiu-ho fins que no canviï cap casella

Per a cada tira X

Per a cada operació d'epèntesi OP per a X

Si $\text{Harmonia}(\text{OP}(i_j)) > \text{Harmonia}([X, i_j])$ aplicau $\text{OP}(i_j)$ a $[X, i_j]$

Seleccionau la casella més harmònica de la columna final a les tires S, N, D.

(22) Exemple parcial d'aplicació (Adaptat de Tesar 1995)

	CI	$i_1=V$	$i_2=V$
S	COMENÇAMENT	elisió [S, CI] *PARSE .<V>.	
O	epèntesi [S, CI] *FILL ^{ONS} .□	epèntesi [N, i_1] *FILL ^{ONS} *FILL ^{ONS} .□V.□	
N	epèntesi [O, CI] *FILL ^{ONS} *FILL ^{NUC} .□ □.	sil·labificació [O, I] *FILL ^{ONS} .□V.	
D	epèntesi [N, CI] *FILL ^{ONS} *FILL ^{NUC} *NoCODA .□ □ □.	epèntesi [N, i_1] FILL ^{ONS} *NoCODA .□V□.	

(Per a un sistema amb la jerarquia $\text{ONS} >> \text{NoCODA} >> \text{FILL}^{\text{NUC}} >> \text{PARSE} >> \text{FILL}^{\text{ONS}}$)

Tesar fa una sèrie d'avertiments sobre el bon funcionament del mecanisme:

(a) no es pot permetre més d'un segment per posició sil·làbica

(b) la lògica obliga a no permetre un cycle complet d'elements epentètics, és a dir, no hi pot haver una síl·laba sencera creada per epèntesi, ja que si es demostrava que això produïa uns efectes d'harmonia superiors als existents, un nombre infinit de síl·labes epentètiques seria més harmònic que el nombre immediatament anterior, de manera que la parla esdevindria impossible¹⁰.

¹⁰ Aquí tractam només la teoria sil·làbica bàsica i no la interacció d'aquesta teoria amb restriccions mètriques i gramaticals, que sí que ens podrien produir síl·labes epentètiques per tal d'assegurar el respecte a una restricció de minimalitat fonològica d'una arrel lèxica o la correcta formació de peus mètrics si així ho reclamava la jerarquia en qüestió.

Les operacions possibles, les condicions per a l'aplicació d'aquestes operacions, les violacions que produeixen aquestes operacions com també la casella prèvia a la qual s'adjunta l'estructura creada a cada casella i el resultat estructural final són esquematitzades en una sèrie de taules com la següent

(23) Taula d'operacions disponibles per a la tira D (coda) (Tesar 1995)

Casella	Condicció	Casella prèvia	Estructura	Violacions	Informació	
					Producció	Operació
[D, i _j]		[D, i _j -1]	$\langle i_j \rangle$	*PARSE		Elisió
[D, i _j]	Si i _j =C	[N, i _j -1]	d/i _j	*NoCODA	N ⇒ dD	Sil·labific
[D, i _j]		[N, i _j]	d/□	*NoCODA	N ⇒ dD	Epèntesi

A part de les aplicacions que pugui tenir aquest sistema per a la lingüística computacional, el conjunt de taules d'operacions (S, O, N, D) aporten informacions, fins ara no formalitzades, per als models lingüístics predictius no derivatius.

9. Exemple d'aplicació. La nostra proposta per al català de Mallorca

Com a exemple de funcionament de la teoria exposada fins ara en un sistema concret oferim aquesta proposta per a la sil·labificació del català de Mallorca:

(24) Jerarquia de restriccions:

PARSE >> NUC >> FILL >> ONS >> ALIGN (T,L,σ,L) >> ALIGN (R,L,σ,L) >>
NoCOMPLEX >> ALIGN (CP,L,σ,L) >> NoCODA

(25) Gramàtica de posicions:

S e | nN | o(p)O(P) | o(m)O(M)
O(M) o(p)O(P) | nN
O(P) N
N e | d(p)D(P) | d(m)D(M) | nN | o(m)O(M) | o(p)O(P)
D(P) e | d(m)D(M) | o(m)O(M) | o(p)OP | nN
D(M) e | o(m)O(M) | o(p)O(P) | nN

(On O(M)=marge de l'obertura, O(P)=pic de l'obertura, D(P)=pic de la coda i D(M)=marge de la coda, de manera que l'estructura sil·làbica màxima és O(M)O(P)ND(P)D(M)).

(27) Taules d'operacions: (On T=obstruents i R=ressonants).

					Informació	
Casella	Condicció	Casella prèvia	Estructura	Violacions	Producció	Operació
[S, i _j]		[S, i _{j-1}]	<i _j >	*PARSE		Elisió
[O _m , i _j]		[O _m , i _{j-1}]	<i _j >	*PARSE		Elisió
[O _m , i _j]	Si i _j =T	[S, i _{j-1}]	O _m /i _j		S⇒o(m)O _m	Sil·lab
[O _m , i _j]	Si i _j =T	[N, i _{j-1}]	O _m /i _j		N⇒o(m)O _m	Sil·lab
[O _m , i _j]	Si i _j =T	[D _n , i _{j-1}]	O _m /i _j		D _n ⇒o(m)O _m	Sil·lab
[O _m , i _j]	Si i _j =T	[D _m , i _{j-1}]	O _m /i _j		D _m ⇒o(m)O _m	Sil·lab
[O _m , i _j]		[S, i _j]	O _m /□	*FILL	S⇒o(m)O _m	Epèntesi
[O _m , i _j]		[N, i _j]	O _m /□	*FILL	N⇒o(m)O _m	Epèntesi
[O _m , i _j]		[D _n , i _j]	O _m /□	*FILL	D _n ⇒o(m)O _m	Epèntesi
[O _m , i _j]		[D _m , i _j]	O _m /□	*FILL	D _m ⇒o(m)O _m	Epèntesi
[O _n , i _j]		[O _n , i _{j-1}]	<i _j >	*PARSE		Elisió
[O _n , i _j]	Si i _j =R	[S, i _{j-1}]	O _n /i _j		S⇒o(p)O _n	Sil·lab
[O _p , i _j]	Si i _j =R	[O _m , i _{j-1}]	O _p /i _j	*ALIGN R-L *NoCOMPL.	O _m ⇒o(p)O _p	Sil·lab
[O _n , i _j]	Si i _j =R	[N, i _{j-1}]	O _n /i _j		N⇒o(p)O _n	Sil·lab
[O _n , i _j]	Si i _j =R	[D _n , i _{j-1}]	O _n /i _j	*ALIGN T-L	D _n ⇒o(p)O _n	Sil·lab
[O _n , i _j]	Si i _j =R	[D _m , i _{j-1}]	O _n /i _j		D _m ⇒o(p)O _n	Sil·lab
[O _n , i _j]		[S, i _j]	O _n /□	*FILL	S⇒o(p)O _n	Epèntesi
[O _p , i _j]		[O _m , i _j]	O _p /□	*FILL *ALIGN R-L *NoCOMPL	O _m ⇒o(p)O _p	Epèntesi
[O _n , i _j]		[N, i _j]	O _n /□	*FILL	N⇒o(p)O _n	Epèntesi
[O _p , i _j]		[D _p , i _j]	O _p /□	*FILL *ALIGN T-L	D _p ⇒o(p)O _p	Epèntesi

					Informació	
Casella	Condicció	Casella prèvia	Estructura	Violacions	Producció	Operació
[N, i _j]		[N, i _{j-1}]	<i _j >	*PARSE		Elisió
[N, i _j]	Si i _j =V	[S, i _{j-1}]	N/i _j	*ONS	S⇒nN	Sil·lab
[N, i _j]	Si i _j =V	[O _m , i _{j-1}]	N/i _j		O _m ⇒nN	Sil·lab
[N, i _j]	Si i _j =V	[O _n , i _{j-1}]	N/i _j		O _n ⇒nN	Sil·lab
[N, i _j]	Si i _j =V	[N, i _{j-1}]	N/i _j	*ONS	N⇒nN	Sil·lab
[N, i _j]	Si i _j =V	[D _p , i _{j-1}]	N/i _j	*ONS *ALIGN R-L	D _p ⇒nN	Sil·lab

$[N, i_j]$	Si $i_j = V$	$[D_m, i_{j-1}]$	N / i_j	*ONS *ALIGN T-L	$D_m \Rightarrow nN$	Sil·lab
$[N, i_j]$		$[S, i_j]$	$N / \square$	*FILL *ONS	$S \Rightarrow nN$	Epèntesi
$[N, i_j]$		$[O_m, i_j]$	$N / \square$	*FILL	$O_m \Rightarrow nN$	Epèntesi
$[N, i_j]$		$[O_p, i_j]$	$N / \square$	*FILL	$O_p \Rightarrow nN$	Epèntesi
$[N, i_j]$		$[N, i_j]$	$N / \square$	*FILL *ONS	$N \Rightarrow nN$	Epèntesi
$[N, i_j]$		$[D_p, i_j]$	$N / \square$	*FILL *ONS *ALIGN R-L	$D_p \Rightarrow nN$	Epèntesi
$[N, i_j]$		$[D_m, i_j]$	$N / \square$	*FILL *ONS *ALIGN T-L	$D_m \Rightarrow nN$	Epèntesi
$[D_p, i_j]$		$[D_p, i_{j-1}]$	$\langle i_j \rangle$	*PARSE		Elisió
$[D_p, i_j]$	Si $D_p = R$	$[N, i_{j-1}]$	D_p / i_j	*NoCODA *ALIGN R-L	$N \Rightarrow d(p)D_p$	Sil·lab
$[D_p, i_j]$		$[N, i_j]$	$D_p / \square$	*FILL *NoCODA *ALIGN R-L	$N \Rightarrow d(p)D_p$	Epèntesi

					Informació	
Casella	Condicció	Casella prèvia	Estructura	Violacions	Producció	Operació
$[D_m, i_j]$		$[D_m, i_{j-1}]$	$\langle i_j \rangle$	*PARSE		Elisió
$[D_m, i_j]$	Si $D_m = T$	$[N, i_{j-1}]$	D_m / i_j	*NoCODA *ALIGN T-L	$N \Rightarrow d(m)D_m$	Sil·lab
$[D_m, i_j]$	Si $D_m = T$	$[D_p, i_{j-1}]$	D_m / i_j	*NoCODA *NoCOMPL *ALIGN T-L	$D_p \Rightarrow d(m)D_m$	Sil·lab
$[D_m, i_j]$		$[N, i_j]$	$D_m / \square$	*FILL *NoCODA *ALIGN T-L	$N \Rightarrow d(m)D_m$	Epèntesi
$[D_m, i_j]$		$[D_p, i_j]$	$D_m / \square$	*FILL **NoCODA *NoCOMPL *ALIGN T-L	$D_p \Rightarrow d(m)D_m$	Epèntesi

Taula de Programació Dinàmica per a la Sil·labificació del Català de Mallorca (V. pàgina següent).

	Cl	a $i_1=V$	s $i_2=CT$	p $i_3=CT$	ε $i_4=V$	k $i_5=CT$	t $i_6=CT$
S		elisíó [S, BOI] *PARSE <V>	elisíó [S, i ₁] *PARSE <V><C>	elisíó [S, i ₂] *PARSE <V><C><C>	elisíó [S, i ₃] *PARSE <V><C><C><V>	elisíó [S, i ₄] *PARSE <V><C><C><V><C><C>	
O _M	epènt [S, BOI] *FILL □	epènt [N, i ₁] *FILL V. □	sil·lab [N, i ₁] V.T	sil·lab [D _M , i ₂] VT.T	epènt [N, i ₄] *FILL VT.TV□	sil·lab [N, i ₅] *NOCODA *ALT*ONS VT.TVT	sil·lab [D _M , i ₆] VT.TVT.T
O _P	epènt [S, BOI] *FILL □	epènt [N, i ₁] *FILL V. □	elisíó [O _P , i ₁] *PARSE V. □ <T>	epènt [O _M , i ₃] *FILL *ALIGN-R *NOCOMPLEX VT.T □	epènt [N, i ₄] *FILL VT.TV□	epènt [O _M , i ₅] *FILL *AL-R *NOCOMPLEX VT.TVT□	epènt [O _M , i ₆] *FILL *AL-R *NOCOMPLEX VT.TVT.T□
N	epènt [O _P , BOI] *FILL □ ' □	sil·lab [S, BOI] *ONS V	epènt [O _M , i ₂] *FILL V.T ' □	epènt [O _M , i ₃] *FILL VT.T ' □	sil·lab [O _M , i ₄] VT.TV	epènt [O _M , i ₅] *FILL VT.TVT>□	epènt [O _M , i ₆] *FILL VT.TVT.T ' □
D _P	epènt [N, BOI] *FILL *NOCODA *ALIGN-R □ ' □ □	epènt [N, i ₁] *FILL *NOCODA *ALIGN-R V□	epènt [N, i ₂] *FILL *NOCODA *ALIGN-R V.T ' □ □	epènt [N, i ₃] *FILL *NOCODA *ALIGN-R VT.T ' □ □	epènt [N, i ₄] *FILL *NOCODA *AL-R VT.TV□	epènt [N, i ₅] *FILL *NOCODA *AL-R VT.TVT>□ □	epènt [N, i ₆] *FILL *NOCODA *AL-R VT.TVT.T ' □ □
D _M	epènt [N, BOI] *FILL *NOCODA *ALIGN-T □ ' □ □	epènt [N, i ₁] *FILL *NOCODA *ALIGN-T V□	sil·lab [N, i ₁] *NOCODA *ALIGN-T VT	sil·lab [D _P , i ₂] *NOCODA *COMPLEX *AL-T V.T ' □ □ □	epènt [N, i ₄] *FILL *NOCODA *AL-T VT.TV□	sil·lab [N, i ₅] *NOCODA *AL-T VT.TVT	sil·lab [N, i ₆] *NOCODA *AL-T VT.TV.TVT

(On ' □ = vocal epentètica i □ = consonant epentètica)

CLAU DE LA TAULA

AL-T=ALIGN(T,L, σ ,L)= Alineau els sons obstruents amb principi de síl·laba

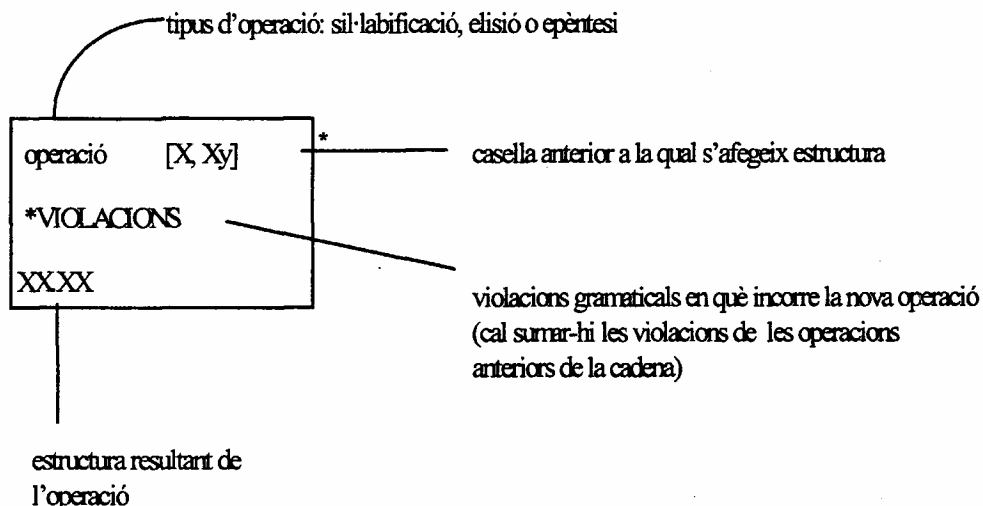
AL-R=ALIGN(R,L, σ ,L)= Alineau els sons sonorants amb principi de síl·laba

<X>= "X" no síl·labificat

. = frontera de síl·laba

□o= consonant epentètica

*□= vocal epentètica



* les caselles elegides s'emmarquen amb doble línia

REFERÈNCIES

- Bloch, B. & G. Trager (1942), *Outlines of Linguistic Analysis*, Baltimore, LSA.
- Bloomfield, L. (1933), *Language*, Nova York, H. Holt.
- Cairns, C. & M. Feinstein (1982), «Markedness and the theory of syllable structure», *Linguistic Inquiry*, 13, págs. 193-226.
- Cairns, C. E. (1969), «Markedness, neutralization and universal redundancy rules», *Language*, 45, págs. 863-885.
- Chomsky, N. & M. Halle (1968), *The Sound Pattern of English*, Nova York, Evanston i Londres, Harper & Row.
- (1964), *Current Issues in Linguistic Theory*, L'Haia, Mouton.
- (1967), «Some general properties of phonological rules», *Language*, 43/1, págs. 102-128.
- Clements, G. N. & S. J. Keyser (1983), *CV Phonology. A Generative Theory of the Syllable*, Linguistic Inquiry Monograph, 9.