

EVALUACIÓN DE LA CIRUGÍA DE LABIO Y PALADAR HENDIDO CON EL ENFOQUE LÓGICO-COMBINATORIO DE LA TEORÍA DE RECONOCIMIENTO DE PATRONES

M. R. Ortiz-Posadas^{1,2}, J. Maya-Behar³ y M. Lazo-Cortés^{2,4}

RESUMEN -- El objetivo principal de este trabajo es desarrollar una herramienta que ayude al médico en la valoración de pacientes pediátricos que presenten malformaciones congénitas de labio y/o paladar hendido, mediante la comparación del estado preoperatorio de la lesión y su resultado postoperatorio, de tal forma que permita valorar la efectividad la atención proporcionada. La metodología se sustenta en el enfoque lógico-combinatorio de la teoría de reconocimiento de patrones, siendo otro de los objetivos, mostrar las ventajas que ésta ofrece en la modelación de problemas relacionados con el diagnóstico médico diferencial. El trabajo se desarrolló en el servicio de cirugía reconstructiva del hospital pediátrico de Tacubaya perteneciente a los Servicios de Salud del Departamento del Distrito Federal en México con la participación de un grupo de especialistas del área de cirugía reconstructiva que participan en la rehabilitación del paciente. La descripción de este tipo de lesiones representa un problema complejo y requiere de variables de diferente naturaleza, por lo que su modelación con los métodos convencionales se dificulta. En este sentido, se propone una descripción en términos de los tres diferentes paladares y un conjunto de 22 variables complementarias. Asimismo se definen los dominios y criterios de comparación para cada una de éstas. Además se introduce una función de semejanza parcial para la comparación entre las descripciones de los pacientes. Con estos elementos se desarrolla una nueva metodología que permite pronosticar la rehabilitación del paciente y evaluar la tendencia en la evolución de la atención médica, mediante la comparación del resultado alcanzado en cada caso con el resultado pronosticado. Aunque la metodología ha sido descrita de manera particular para la cirugía de fisuras de paladar, sus características generales son aplicables a otros problemas no sólo en el área de la medicina, sino en aquellos donde sea necesario hacer un seguimiento a través del tiempo.

Palabras-clave: Diagnóstico Médico Diferencial, Toma de Decisiones Médicas, Reconocimiento de Patrones, Sistemas Basados en Conocimiento, Fisura de Paladar, Modelación Matemática de Problemas Clínicos.

¹ Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Ingeniería Eléctrica. Av. Michoacán y la Purísima s/n Col. Vicentina, Iztapalapa. C. P. 09340 D. F. México.
E-mail:posa@xanum.uam.mx

² Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional. Departamento de Ingeniería Eléctrica. Sección de Computación. D. F. México.

³ Servicios de Salud, Departamento del Distrito Federal, Hospital Pediátrico Tacubaya. D. F. México.

⁴ Instituto de Cibernética, Matemática y Física. Academia de Ciencias. La Habana, Cuba.

INTRODUCCIÓN

Generar criterios que auxilien al médico en la toma de decisiones al elaborar su diagnóstico ha sido una línea de investigación muy importante en el área de reconocimiento de patrones, la cual ofrece entre otras, metodologías con un enfoque lógico-combinatorio (Ruiz-Shulcloper *et al.* 1995) que han resuelto algunos problemas de clasificación supervisada en el área de la medicina.

El objetivo principal de este trabajo es desarrollar una herramienta que ayude al médico en la valoración de pacientes pediátricos que presenten malformaciones congénitas de labio y/o paladar hendido, mediante la comparación del estado preoperatorio de la lesión y su resultado postoperatorio, de tal forma que permita valorar la calidad y la eficiencia de la atención proporcionada por el área de cirugía reconstructiva que los atiende. La metodología se sustenta en el uso del enfoque lógico-combinatorio de la teoría de reconocimiento de patrones, siendo otro de los objetivos, mostrar las ventajas que esta metodología ofrece en la modelación de problemas relacionados con el diagnóstico médico diferencial. El trabajo se desarrolló en el servicio de cirugía reconstructiva del hospital pediátrico de Tacubaya perteneciente a los servicios de salud del D. D. F. en México con la participación de un grupo de cirujanos que participan en la rehabilitación del individuo que presenta una lesión de labio y/o paladar hendido.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA CLÍNICO

El problema clínico se refiere a las malformaciones congénitas ubicadas en el labio y/o paladar, a las cuales se les denomina *fisuras de paladar primario y/o secundario*. Para describirlas a continuación se introducirán algunos conceptos anatómicos básicos:

- Paladar primario. Está formado por tres estructuras, *el prolabio*, que es la porción de piel ubicada en el centro del labio, *la premaxila*, porción ósea cubierta de mucosa donde se asientan los cuatro dientes incisivos centrales superiores y que se dirige hacia atrás en forma de una "V" hasta el foramen incisivo (sitio de unión del paladar primario y secundario) y *la columela*, porción de piel y cartílago que inicia en la punta de la nariz hasta el labio superior.

- Paladar secundario. Se ubica a partir del foramen incisivo hacia atrás y está constituido por *el paladar duro*, que se articula con la "V" de la premaxila y *el paladar blando*.

Para este trabajo se utilizó la clasificación de Kernahan y Stark (1958) mostrada en la Figura 1, quienes consideran cinco grupos de fisuras: a) fisura incompleta de paladar secundario; b) fisura completa de paladar secundario; c) fisura incompleta de paladar primario y secundario; d) fisura completa unilateral de paladar primario y secundario; y e) fisura completa bilateral de paladar primario y secundario.

La clasificación antes descrita se ve limitada por no vincular elementos precisos relacionados con la magnitud y complejidad de la fisura, que permitan ubicar al paciente en alguna categoría determinada; y después hacer la evaluación de la cirugía y así poder establecer criterios para evaluar la calidad y eficacia de la atención proporcionada por el cirujano cuyo objetivo es rehabilitar al paciente que sufre una fisura de paladar hendido y llevarlo a una condición normal.

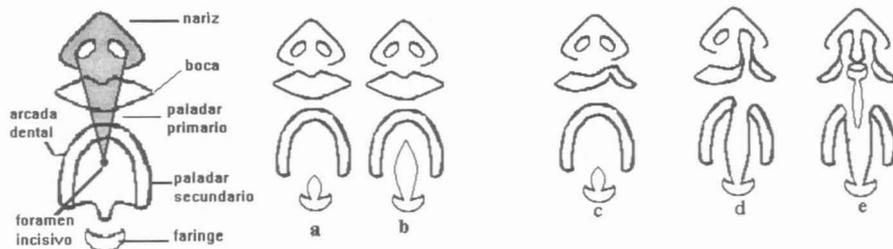


Figura 1. Clasificación de fisuras de paladar de Kernahan y Stark

Las malformaciones de labio y/o paladar son un problema que se presenta ampliamente en todo el mundo. En 1985, Aylsworth presentó una estimación de la incidencia de éstas por regiones y razas, obteniendo que el padecimiento es de uno por cada 775-1000 blancos; uno de cada 1370 a 5000 negros; uno de cada 470-850 asiáticos y uno de cada 230-1000 nativos americanos. En el caso particular de México, la frecuencia es de uno de cada 1000 nacidos vivos, lo que significa una población de 95 mil pacientes con fisura de paladar primario y/o secundario en nuestro país; de aquí la importancia de tener calidad y eficacia en la atención proporcionada a estos pacientes.

MODELACIÓN DE LAS FISURAS DE PALADAR

Para hacer la descripción de las fisuras de paladar ya mencionadas, se partió de la clasificación hecha por Kernahan y Stark (1958) antes descrita. Sin embargo, se introdujeron algunos elementos relacionados con la funcionalidad y la estética del paciente en aras de poder hacer la valoración completa de la lesión que éste presenta.

Con respecto a la descripción de la fisura se incorporaron las variables que se muestran en la Figura 2. Si la fisura que se presenta es incompleta (ya sea en el paladar primario y/o en el secundario), ésta se evalúa en función de su magnitud que puede ser cicatrizal (primario), de 1/3 o de 2/3. Si la fisura es completa, para el caso del paladar primario, la separación de los segmentos se mide en mm en el rango 1-20 mm; y en el paladar secundario se valora por grados: I, II, III. De igual forma, se incorporó un nuevo concepto de paladar: el submucoso (Harkins, 1960) que se refiere a la parte posterior del paladar secundario, relacionado con la ausencia o presencia de la úvula bifida.

La lesión puede presentar diferentes combinaciones de fisuras en los tres tipos de paladares mencionados (primario, secundario y submucoso). Asimismo, puede manifestarse solamente en un lado del paladar, la cual se denomina *unilateral*; o en ambos lados, denominada *bilateral*. También es importante mencionar que si la lesión es completa, entonces no puede presentarse una lesión incompleta ubicada en el mismo paladar, es decir, los tipos de lesión completa e incompleta son mutuamente excluyentes.

Definición de las variables

Primeramente se considera la lesión inicial del paciente, para lo cual se toman en cuenta aspectos de tipo estético relacionados con el labio y la nariz; y aspectos de tipo funcional relacionados directamente con el paladar. En este sentido se definieron en total 22 variables.

Labio-- En este caso se definieron 9 variables que se muestran en la Tabla 1, cuyo dominio de definición es 4-valente: si, casi, poco y no. Todas estas variables se usan para hacer la valoración estética del labio del paciente en su condición inicial, o sea, antes de ser operado, así como después de cualquier intervención quirúrgica.

Nariz-- En este caso se definieron 7 variables como se observa en la Tabla 1. Al igual que en el caso anterior, éstas se utilizan para la valoración de la nariz del paciente en su condición inicial y posteriormente cuando se le haya realizado algún procedimiento quirúrgico. Por ejemplo, puede observarse que las cuatro primeras variables toman en cuenta aspectos de simetría de la nariz.

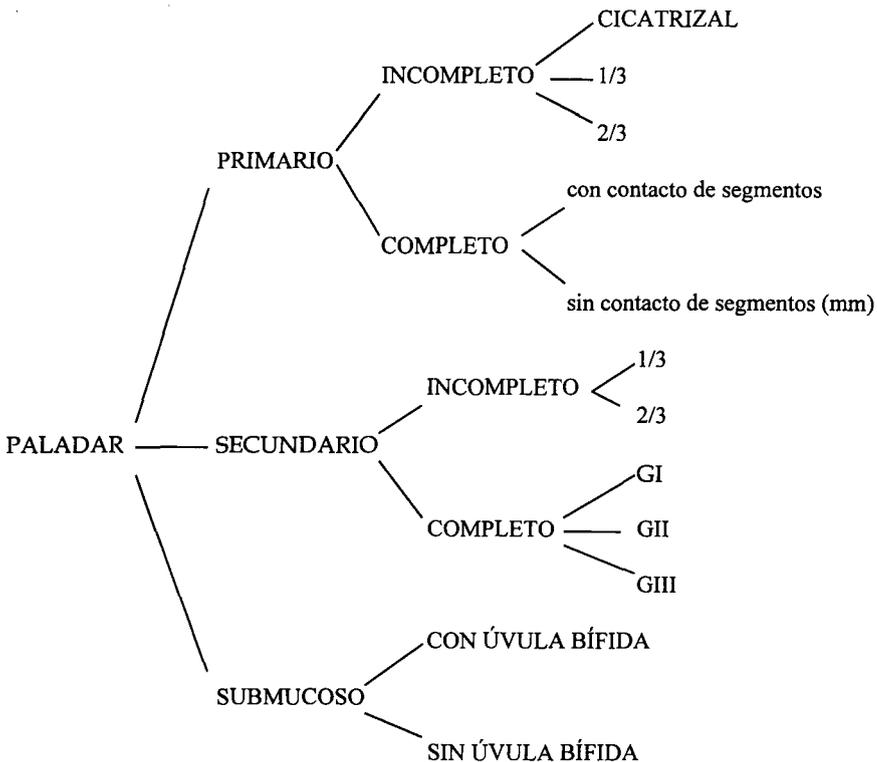


Figura 2. Variables relacionadas con el tipo de fisura de paladar

Tabla 1. Variables de cirugía

Variable	Dominio
Labio	
1. Simetría en altura de labio	si, casi, poco, no
2. Altura normal del labio	si, casi, poco, no
3. Integridad muscular	si, casi, poco, no
4. Integridad de la piel	si, casi, poco, no
5. Integridad de la mucosa	si, casi, poco, no
6. Simetría en grosor de labio	si, casi, poco, no
7. Simetría de crestas filtrales	si, casi, poco, no
8. Profundidad del sulcus	si, casi, poco, no
9. Presencia del arco de cupido	si, casi, poco, no
Nariz	
1. Simetría del piso nasal	si, casi, poco, no
2. Simetría de domos nasales	si, casi, poco, no
3. Simetría de narinas (plano vertical)	si, casi, poco, no
4. Simetría de narinas (plano anteroposterior)	si, casi, poco, no
5. Septum nasal central	si, casi, poco, no
6. Longitud de la columnela	normal, casi, poco, ausente
7. Anchura de la base nasal	mayor, normal, menor
Evaluación Postquirúrgica	
1. Cicatriz (izquierda y derecha)	no, excelente, muy bien, bien, regular, mal
2. Borde mucocutáneo (izquierdo y derecho)	sin escalón, mínimo, regular, grande
3. Dehiscencia de labio	no, parcial, total
4. Dehiscencia palatina	no, parcial, total

Valoración postquirúrgica--Estas variables se definieron para la evaluación de pacientes a quienes ya se les practicó algún procedimiento quirúrgico; atendiendo aspectos estéticos, como la *cicatriz* y el *borde mucocutáneo* del labio, así como aspectos funcionales: *dehiscencia palatina* y *dehiscencia de labio*; éstas están directamente relacionadas con la cirugía de paladar secundario. El total de variables con sus respectivos dominios se muestran en la Tabla 1.

Criterios de comparación

Una vez definidas todas las variables, es necesario determinar la forma en que se van a comparar los diferentes valores que pueden tomar cada una de ellas, para lo cual se usa una función definida como: el *criterio de comparación* de una variable x_i es una función $C_i: M_i \times M_i \rightarrow \Delta_i$, siendo M_i el conjunto de valores admisibles para la variable x_i . La imagen de esta función puede ser de cualquier naturaleza (booleana, k-valente, real, difusa, etc.) dependiendo del tipo de variable. Normalmente Δ_i se considera un conjunto ordenado (Lazo-Cortés *et al.* 1995). Dichos criterios se establecen junto con el experto, de tal forma que se sigue incorporando el conocimiento y la experiencia de éste. En el caso particular, todos los criterios de comparación son del tipo *difuso* y se representan mediante un matriz de comparaciones. Los criterios definidos para cada una de las variables pueden observarse en las Tablas 2, 3, 4 y 5.

Tabla 2. Criterios de comparación para las variables relacionadas con el tipo de fisura

VARIABLE	DOMINIO (M_i)	CRITERIO DE COMPARACIÓN (C_i)							
		cicat	1/3	2/3	com				
Paladar primario derecho	incompleto cicatrizal	cicat	0	0.25	0.50	1			
	incompleto 1/3	1/3		0	0.25	0.75			
	incompleto 2/3	2/3			0	0.50			
	completo	com				0			
Paladar primario izquierdo	incompleto 1/3		1/3	2/3	GI	GII	GIII		
	incompleto 2/3	1/3	0	0.2	0.4	0.7	1		
	completo GI	2/3		0	0.2	0.5	0.8		
	completo GII	GI			0	0.3	0.6		
Paladar secundario izquierdo	completo GII	GII				0	0.3		
	completo GIII	GIII					0		
	submucoso s/u bifida (ssu)	ssu	0	0.1	0.25	0.4	0.55	0.7	1
	submucoso c/u bifida (scu)	scu		0	0.15	0.3	0.45	0.6	0.9
Paladar secundario central	incompleto 1/3	1/3		0	0.15	0.3	0.45	0.75	
	incompleto 2/3	2/3			0	0.15	0.3	0.6	
	completo GI	GI				0	0.15	0.45	
	completo GII	GII					0	0.3	
	completo GIII	GIII						0	

Tabla 3. Criterios de comparación para las variables de labio

VARIABLE	(M _i)	CRITERIO DE COMPARACIÓN (C _j)				
Simetría en altura de labio						
Altura normal del labio						
Integridad muscular			si	casi	poco	no
Integridad de la piel	si	si	0	0.33	0.66	1
Integridad de la mucosa	casi	casi		0	0.33	0.66
Simetría grosor del labio	poco	poco			0	0.33
Simetría crestas filtrales	no	no				0
Profundidad del sulcus						
Presencia arco de cupido						

Tabla 4. Criterios de comparación para las variables de la nariz

VARIABLE	(M _i)	CRITERIO DE COMPARACIÓN (C _j)				
Simetría del piso nasal			si	casi	poco	no
Simetría de domos nasales	si	si	0	0.33	0.66	1
Simetría narinas plano vertical	casi	casi		0	0.33	0.66
Simetría narinas plano antero-post.	poco	poco			0	0.33
Septum nasal central	no	no				0
			norm	casi	poco	ause
Longitud de la columela	normal	norm	0	0.33	0.66	1
	casi	casi		0	0.33	0.66
	poco	poco			0	0.33
	ausente	ause				0
			mayor	norm	menor	
Anchura de la base nasal	mayor	mayor	0	0.5	1	
	normal	norm		0	0.5	
	menor	menor			0	

Tabla 5. Criterios de comparación para las variables postoperatorias

VARIABLE	DOMINIO (Mi)	CRITERIO DE COMPARACIÓN (Ci)					
		no	e	b	r	m	
cicatriz	no	no	0	0.25	0.50	0.75	1
	excelente	e		0	0.25	0.50	0.75
	buena	b			0	0.25	0.50
	regular	r				0	0.25
	mala	m					0
borde mucocutáneo (escalón)	sin escalón	s/e	s/e	0	0.25	0.50	1.0
	mínimo	min			0	0.25	0.75
	regular	reg				0	0.50
	grande	gran					0
dehiscencia del labio dehiscencia palatina	no	no		0	0.50		1
	parcial	parc				0	0.50
	total	total					0

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE PACIENTES CON FISURAS DE PALADAR

Para conocer el avance en la rehabilitación de un paciente que presenta una fisura de paladar primario y/o secundario se requiere evaluarlo en diferentes momentos; es importante mencionar que dichos pacientes generalmente son sometidos a más de un procedimiento quirúrgico, dependiendo de la complejidad de la lesión que presentan. Por tanto, la valoración de éstos se hace en función del resultado quirúrgico logrado, lo cual requiere de la valoración de los estados preoperatorio y postoperatorio, por lo que es necesario establecer las variables asociadas a dichos procesos. Al respecto, se establecieron tres conjuntos: el primero, constituido por aquellas variables que se toman en cuenta antes de la cirugía y que se relacionan con el tipo de fisura, denominándolo conjunto *pre*; el segundo, por aquellas que consideran aspectos estéticos y funcionales en el paciente y que se pueden valorar en cualquier momento, antes y/o después de la cirugía, llamado conjunto *pre/post*; y un tercer conjunto formado por aquellas que sólo se pueden valorar después de cada cirugía, denominándolo conjunto *post*. Las variables quedaron entonces, agrupadas de la siguiente manera: todas las variables relacionadas con el tipo de fisura, que se muestran en la Figura 2, conforman el conjunto *pre*; las variables relacionadas con labio y nariz descritas en la Tabla 1, forman el conjunto *pre/post* y el conjunto de variables *post* queda constituido por aquellas definidas para la valoración postoperatoria también en la Tabla 1.

A cada paciente se le hace en principio una *valoración inicial* que corresponde a su condición con la lesión original, considerando las variables *pre* y *pre/post*; y posteriormente se le hacen tantas *valoraciones de seguimiento* como sean necesarias, dependiendo del avance en su rehabilitación. Normalmente, el seguimiento del paciente se hace después de cada intervención quirúrgica, tomando en cuenta las variables del conjunto *post*, para el caso de la valoración postoperatoria; y las variables *pre/post* para el caso de labio y nariz.

Para poder hacer la evaluación del avance en la rehabilitación, se hizo una clasificación del estado postoperatorio del paciente. En este sentido y de manera conjunta con los expertos, se definieron cinco clases *postoperatorias*: excelente (E), muy bueno (MB), bueno (B), regular (R) y malo (M), las cuales se determinaron a partir de la valoración de seguimiento del paciente, sin tomar en cuenta la descripción de la lesión original. Al respecto, es importante mencionar que la lesión original del paciente no se considera porque el objetivo de dichas clases es proporcionar el criterio que los expertos tienen para evaluar (clasificar) la rehabilitación lograda en el paciente, y es a partir de estas clases postoperatorias, que se hace el pronóstico de pacientes posteriores. Estas clases dan una valoración de experto acerca del estado del paciente en cualquier momento. Mediante estos criterios los pacientes que van recibiendo tratamiento pueden ser clasificados en alguna de estas clases. De este modo, la valoración que el experto hace del paciente, la realiza sin tomar en cuenta la lesión original, y el pronóstico por el contrario, se hace a partir de la lesión original del paciente.

Con la información de los pacientes que ya concluyeron el tratamiento para su rehabilitación integral y completa (pacientes dados de alta), se construye una matriz de aprendizaje (Valev y Zhuravlev, 1991; Ortíz *et al.* 1996), que se denominará *matriz de referencia*, que contiene la descripción de dichos pacientes, en términos de la descripción de su lesión original (conjunto de variables *pre*) y las variables de los conjuntos *pre/post*, es decir, la valoración *inicial* del paciente. Dicha matriz queda conformada aplicando los criterios de experto, que definen las clases postoperatorias arriba mencionadas, a la valoración *final* (última valoración de seguimiento) de cada uno de los pacientes dados de alta, que integrarán la muestra de aprendizaje. Por tanto, la matriz de referencia queda estructurada por las cinco clases (E, MB, B, R, M) y la información contenida en ésta, es la que permitirá hacer el pronóstico de rehabilitación de los próximos pacientes. Es importante notar que aunque las clases se definen a partir de la información de la valoración de seguimiento del paciente, las variables que se usan para la construcción de la matriz de referencia son las relacionadas con la valoración *inicial*, es decir, las correspondientes a la lesión original del paciente, esto es debido a que el pronóstico, como se mencionó, se hace precisamente a partir de la condición original del paciente.

Es importante subrayar que el reflejo de la experiencia de la clínica en la matriz de referencia se manifiesta en dos sentidos: en primer lugar, porque la definición de las clases postoperatorias, que describen el estado del paciente, está dada por el criterio de los mismos expertos que atienden al paciente; y en segundo lugar, porque en dicha matriz de referencia los pacientes se agrupan tomando en cuenta precisamente esos criterios de clasificación. Asimismo, hay que notar que el conocimiento que se vincula en la definición de los criterios para las clases postoperatorias, así como la experiencia incorporada en la matriz de referencia evidentemente depende de los expertos con los que se trabaja. En el caso particular, como se sabe, se trabajó con los médicos del servicio de cirugía reconstructiva del Hospital Pediátrico de Tacubaya de la Cd. de México, implicando que los criterios establecidos tienen el grado de generalización que contienen los conocimientos de los

especialistas consultados. Sin embargo, la metodología descrita, puede aplicarse en la definición de los criterios que sean necesarios para otros problemas de la medicina mediante la adquisición del conocimiento de los especialistas correspondientes.

La información contenida en la matriz de referencia, sirve para hacer el pronóstico sobre la expectativa de rehabilitación de próximos pacientes que se presentan con su lesión original y que acuden por primera vez al Hospital. Es decir, pacientes que no han recibido ningún procedimiento quirúrgico y que se les denominará pacientes *virgenes*. La información que se obtiene de estos pacientes, corresponde a aquella que proporciona la valoración *inicial*. Asimismo, se le puede hacer su pronóstico a un paciente que ya recibió algún tipo de tratamiento (o sea, que ya no tiene su lesión original) pero que se cuenta con la información *completa* correspondiente a su valoración inicial (variables *pre* y *pre/post* de su condición original).

Con esta información, eventualmente puede conformarse otra matriz, cuya información corresponde a la de los pacientes que van a ser pronosticados y por tanto, inicialmente no estaría conformada por ninguna clase. Una vez que estos pacientes sean *clasificados* o *pronosticados*, entonces se habla de una *matriz de pronóstico*, pero con la información de pacientes que cumplen con las características antes mencionadas.

Clasificación y pronóstico de pacientes que presentan una fisura de paladar

Para hacer la clasificación y el pronóstico de los pacientes con fisuras de paladar que llegan al Hospital, intervienen diferentes elementos que a continuación se explican:

Conformación de las clases postoperatorias-- Como se mencionó estas clases son conformadas a partir del criterio de los expertos, considerando únicamente las variables *pre/post* y *post* sin tomar en cuenta la lesión original. Con este precepto se definieron las cinco clases (E, MB, B, R, M) en función de las cuales se clasifica en cada momento el avance de rehabilitación del paciente.

En este caso, se trabajó por separado sobre los criterios correspondientes a las variables de labio, después las variables de nariz y posteriormente las variables de la valoración postoperatoria. De tal modo que sólo se presentarán algunos ejemplos de la definición de estas clases.

Labio-- Se consideraron las 9 variables ya mencionadas en la Tabla 1. Para pertenecer a la clase *excelente*, por ejemplo, los valores que pueden presentarse en las diferentes combinaciones son: todas las variables tienen que estar valoradas con *si*. Se permite tolerancia en las variables simetría en grosor de labio, simetría de crestas filtrales y profundidad del sulcus que incluso las tres pueden estar valoradas en *casi*. Agregando la variable simetría en altura de labio, a las tres anteriores, se permite que hasta dos de éstas, pueden estar valoradas en *casi*.

Para estar en la clase *regular*, todas las variables deben estar valoradas en *no* o *poco*; y se permite que sólo una entre las variables integridad muscular, integridad de la piel, integridad de la mucosa y simetría del grosor del labio esté valorada en *casi*; o bien, que las variables simetría en grosor de labio, simetría de crestas filtrales y profundidad del sulcus estén valoradas en *casi* (incluso las tres de manera simultánea).

Nariz-- En este caso, por ejemplo, para estar ubicados en la clase *muy bien*, la anchura de la base nasal debe ser *normal*, el septum nasal no puede estar valorado en *no* y se permite que incluso todas las variables restantes estén valoradas en *si o casi*, habiendo en total más de cuatro variables evaluadas en *casi*, si el septum nasal está evaluado con *si o casi*.

Valoración postoperatoria-- En este caso, para ubicarse en la clase *excelente* existe en principio un criterio de exclusión: si el paciente presenta dehiscencia (parcial o total) de labio o palatina no puede pertenecer a esta clase. Además se consideró la presencia de *fistulas palatinas* tomando en cuenta la cantidad, dimensión y ubicación de las mismas. La combinación que debe presentarse es:

- cicatriz (izq, der): excelente
- borde mucocutáneo (izq, der): sin escalón
- fistulas palatinas: se permiten hasta dos fistulas palatinas con dimensión puntiforme en cualquier ubicación, o una fístula vestibular con dimensión en el rango [1-5]mm.

Una vez definidos los criterios para cada una de las estructuras valoradas en cirugía (labio, nariz y valoración postoperatoria) se hizo la combinatoria entre las tres y se puso nuevamente a consideración del experto, de tal modo que pudiera integrarse el conocimiento y hacer la valoración del paciente en forma global, como lo hace el especialista normalmente en la clínica. Finalmente, el criterio que define a las clases postoperatorias en el área de cirugía quedó determinado de tal forma que las tres estructuras se consideraron con la misma relevancia en la valoración del paciente, lo cual reduce sustancialmente el número de combinaciones (sólo 35). Es decir, no importa en qué estructura se presente un determinado valor, sino lo que se debe tomar en cuenta es la combinación de los valores que se presenta. En la Tabla 6 se muestra la conformación de dichas clases postoperatorias.

Tabla 6. Clases postoperatorias

EXCELENTE			BIEN			REGULAR			MAL		
E	E	E	E	E	M	E	R	R	B	M	M
E	E	MB	E	MB	R	E	R	M	R	R	M
			E	MB	M	E	M	M	R	M	M
			E	B	B	MB	R	R	M	M	M
			E	B	R	MB	R	M			
			E	B	M	MB	M	M			
			MB	MB	R	B	B	M			
			MB	MB	M	B	R	R			
			MB	B	B	B	R	M			
			MB	B	R	B	R	R			
			MB	B	M	R	R	R			
			B	B	B						
			B	B	R						

Definición del algoritmo de pronóstico-- Dada la descripción de la lesión original de cualquier paciente, es posible pronosticar el resultado que se espera, en función de la experiencia de los cirujanos. Esto se hace comparando la descripción de la lesión original del paciente y de las variables pre/post con las descripciones que conforman la matriz de referencia. Para este procedimiento de pronóstico se utiliza un algoritmo de precedencia parcial conocido como *Conjuntos de Representantes* (Baskakova y Zhuravlev, 1981; Carrasco-Ochoa, 1994). Se utiliza un algoritmo basado en precedencia parcial porque, los expertos en muchos problemas trabajan sobre la base de *analogías* (totales o parciales), es decir, precedentes totales o parciales de sus experiencias y observaciones acumuladas. Las analogías parciales pueden interpretarse como tener un "punto de vista" particular en el que se ignoran ciertas variables; esto significa en términos matemáticos, hacer una proyección en el espacio de representación. En este sentido, los modelos que se proponen para la solución de los problemas de clasificación en las ciencias poco formalizadas se fundamentan en las *precedencias* permitiendo el análisis de la semejanza entre los objetos de estudio por partes y posteriormente sobre la base de ellas, hacer un análisis global para tomar una decisión final.

Conjuntos de apoyo-- Entre los parámetros fundamentales de los algoritmos que se basan en precedencias parciales están los denominados conjuntos de apoyo, que son subconjuntos no vacíos del conjunto de variables y cuyo objetivo es, precisamente, modelar la precedencia parcial. De manera inicial, se definió un conjunto con las variables asociadas a la descripción de la fisura, que a su vez se relaciona con los demás conjuntos de apoyo definidos para cirugía. Para ésta última, se definieron tres conjuntos de apoyo, cada uno relacionado con las distintas estructuras que se toman en cuenta en la valoración del paciente. Es decir, el primero conformado por las variables de *labio*, el segundo conformado por las variables de *nariz* y el tercero con las variables de la valoración *postoperatoria*.

Evaluación de la semejanza-- Otro parámetro esencial de los algoritmos de clasificación, es la forma en que se comparan los objetos que van a clasificarse, con los objetos de la muestra (patrones) que ya están clasificados. En este caso, la comparación se efectúa a partir de las llamadas *funciones de semejanza*. Esta función se puede construir a partir de los criterios de comparación antes mencionados de modo que $\beta: (M_1 \times \dots \times M_n)^2 \rightarrow \Delta$, como los D_i , puede ser de cualquier naturaleza (booleana, k-valente, real, difusa, etc.). β puede expresarse también en la forma:

$$\beta(I(O_i), I(O_j)) = \beta\left(\left(C_1(x_1(O_i), x_1(O_j)), \dots, C_n(x_n(O_i), x_n(O_j))\right)\right) \quad (1)$$

donde $I(O_i)$ es la descripción del objeto O_i .

Así como se define esta función de analogía total, pueden considerarse analogías parciales a partir de restringir las descripciones de los objetos a los conjuntos de apoyo.

En el caso particular, es importante mencionar que la función de semejanza para la fisura de paladar, está definida tomando en cuenta el tipo de la fisura, subrayando que en todos los casos cuando la fisura es *unilateral*, no importa de qué lado se presente, la semejanza entre éstas estará determinada por el *tipo* de fisura, y la descripción del paciente en términos de las variables de labio y nariz. Por tanto, la función de semejanza parcial quedó definida de la siguiente forma:

$$\beta_{\omega} \left(I(O_i), I(O_j) \right) = 1 - \left[\frac{1}{N} \sum_{x_t \in \omega} \rho_t C_t \left(x_t(O_i), x_t(O_j) \right) \right] \quad (2)$$

donde ω representa un conjunto de apoyo, ρ_t es un parámetro de ponderación definido por el especialista, asociado a la relevancia de la variable x_t , y N es un factor de normalización.

Como se definieron tres conjuntos de apoyo (variables relacionadas con el tipo de fisura, labio y nariz) entonces quedaron definidas tres funciones de analogía parcial. Por ejemplo, en el caso del conjunto de apoyo nariz, los valores de ρ se muestran en la Tabla 7, y se tomó $N = 7$.

Tabla 7. Ponderación de las variables que conforman el conjunto de apoyo nariz.

Variable	Ponderación (ρ)
1. Simetría del piso nasal	0.17
2. Simetría de domos nasales	0.25
3. Simetría narinas plano vertical	0.10
4. Simetría narinas plano antero-post	0.10
5. Septum nasal central	0.11
6. Longitud de la columna	0.15
7. Anchura de la base nasal	0.12

Pronóstico de la rehabilitación-- Utilizando la matriz de referencia y el algoritmo de conjuntos de representantes, es posible hacer el pronóstico del resultado quirúrgico de cualquier paciente, conociendo su valoración inicial. Dicho pronóstico, es el resultado de una clasificación *supervisada* de los pacientes, tomando en cuenta la experiencia (conocimiento) acumulada de los cirujanos, que encierra la matriz de referencia. Cada paciente es clasificado (pronosticado) en alguna de las cinco clases, partiendo de su descripción inicial y de la evolución que han tenido los demás pacientes, siendo los pacientes más relevantes para dicho pronóstico, aquellos que se parecen más (que son más semejantes) al paciente que se pretende clasificar. Si en algún caso el algoritmo presenta una respuesta múltiple, con relación a la pertenencia a las clases, del paciente que se quiere pronosticar, siempre se escogerá la respuesta más exigente para la clínica, ya que esto significa que para ese tipo de lesión en particular, la clínica tiene el potencial para alcanzar dicho resultado, según su propia experiencia. Las respuestas de la clasificación permiten conformar entonces la matriz de pronóstico.

Es importante mencionar, que la rehabilitación del individuo significa un proceso lento, no sólo porque el paciente es sometido a diversos procedimientos quirúrgicos (como se mencionó), sino porque existen otros elementos asociados con el crecimiento y el desarrollo del individuo, que influyen en el tiempo que puede tardar la rehabilitación del paciente. Por tanto, la comparación entre

el pronóstico hecho al paciente y la rehabilitación *real* lograda, no se hace sino hasta que el paciente es *dado de alta*, o sea, cuando se obtiene su valoración *final*. Es decir, que de acuerdo con el criterio del médico que lo atiende, se haya alcanzado la mayor rehabilitación posible.

Evaluación de la tendencia en la evolución de la clínica-- Cada paciente, como se ha señalado, puede ser pronosticado a partir de su valoración inicial. Cada vez que se le practica algún procedimiento quirúrgico, se tiene su valoración de seguimiento; a su vez, el procedimiento mediante el que se definieron las clases postoperatorias, proporcionó el criterio de los expertos para poder evaluar el avance en la rehabilitación del paciente en *cualquier momento*. Es decir, al paciente se le hacen seguimientos parciales durante todo su tratamiento; si en determinado momento el especialista quisiera conocer el avance (parcial, por supuesto) logrado hasta ese momento, en principio lo que se hace es aplicar los criterios obtenidos de la definición de las clases postoperatorias a la última valoración de seguimiento que se tiene y hacer la clasificación del estado del paciente en ese momento particular, en alguna de dichas clases. Es claro que el mismo procedimiento se lleva a cabo para conocer cuál fue la rehabilitación *real* lograda, cuando se tiene la valoración *final* del paciente, la cual se compara con el pronóstico hecho. Es evidente que de la comparación entre el pronóstico y las valoraciones de seguimiento o la valoración final, se puede obtener información valiosa acerca de la tendencia en la evolución de la clínica. Por ejemplo, saber si el esfuerzo invertido hasta cierto momento en la rehabilitación del paciente se ha hecho en la dirección correcta; si los procedimientos quirúrgicos practicados para corregir una lesión particular, han sido adecuados; si existe alguna correlación entre la complejidad de la fisura que presenta el paciente y el alcance de la rehabilitación, etc.. Por otro lado, mediante la comparación entre el pronóstico y las valoraciones de seguimiento o la valoración final del paciente se puede conocer el desarrollo y funcionamiento de la clínica en sí. Por ejemplo, si el pronóstico coincidiera con la rehabilitación real alcanzada, esto significaría que la clínica está proporcionando un buen servicio, de acuerdo a la experiencia propia de la clínica (que es a partir de la que se conforma la matriz de referencia). Si la rehabilitación real se ubicara en una clase postoperatoria *inferior* a la del pronóstico, significaría que el servicio que está proporcionando la clínica es deficiente. Por el contrario, si la rehabilitación real se ubicara en una clase *superior* a la del pronóstico, entonces indicaría que el servicio de la clínica se está superando. Esta última información, permite actualizar la información de referencia, ya que está indicando que la clínica ha logrado un resultado mayor que el esperado, según la experiencia reflejada en la matriz de referencia. Este proceso de actualización de la información de referencia tiene que hacerse con *cautela* para poder tener la magnitud correcta de la tendencia en el desarrollo de la clínica, por periodos de tiempo determinados.

Resultados preliminares-- Con una muestra de 32 pacientes, se conformaron la matriz de referencia y la de control, distribuyendo a los pacientes de manera aleatoria. La matriz de referencia quedó constituida por 17 pacientes: 5 en la clase excelente (E), 8 en la clase muy bien (MB) y 4 en la clase bien (B). La matriz de control quedó conformada por 15 pacientes (5 en E, 6 en MB y 4 en B). Es importante mencionar que ninguno de estos pacientes ha concluido su rehabilitación, por tal razón fueron asignados a la clase según la expectativa de rehabilitación del cirujano.

Al aplicar el algoritmo de pronóstico a la muestra de control, se obtuvo un 93.3% de coincidencia con la expectativa del cirujano, siendo la única discrepancia un paciente que fue ubicado por el experto en la clase muy bien, y que el algoritmo lo pronosticó en la clase bien. Estos resultados aunque preliminares, pueden considerarse satisfactorios.

CONCLUSIONES

Las variables propuestas para describir las fisuras de paladar primario y/o secundario permiten obtener información más completa acerca del tipo de lesión y del estado del paciente, que la que ofrecen los métodos tradicionales.

La diversidad en el tipo de estas variables (cualitativas y cuantitativas) justifica la utilización del enfoque lógico combinatorio del reconocimiento de patrones para el procesamiento de esta información.

La metodología propuesta para la evaluación de la rehabilitación de los pacientes con fisuras de paladar permite dar una valoración del estado del paciente en cada momento, a la vez que constituye un valioso instrumento para valorar la tendencia en el desarrollo de la cirugía a partir de la experiencia propia de los médicos. Aunque la metodología ha sido descrita de manera particular para la cirugía de fisuras de paladar, sus características generales son aplicables a otros problemas no sólo en el área de la medicina, sino en aquellos donde sea necesario hacer un seguimiento a través del tiempo.

REFERENCIAS

- AYLSWORTH, A. S. (1985). "Considerations in Clefts of the Lip and Palate". *Clinical Plastical Surgery*. v. 12, p. 593-601.
- BASKAKOVA, L. V. and ZHURAVLEV, Y. I. (1981). "Un Modelo de Algoritmos para el Reconocimiento con Conjuntos Representantes y Sistemas de Conjuntos de Apoyo". *Zh. Vichislitelnoi Matematiki I Matematicheskoi Fiziki*. v. 21, n. 5, p. 1264-1275 (en Ruso).
- CARRASCO-OCHOA, J. A. (1994). *Clasificadores Basados en Conjuntos Representantes*. Tesis para Obtener el Grado de Maestro en Ciencias. Sección de Computación, CINVESTAV-IPN, México.
- HARKINS, C. S. (1960). *Principles of Cleft Palate Prothesis*. Philadelphia: Temple University Press.
- KERNAHAN, D. A. and STARK, R. B. (1958). "A New Classification for Cleft Lip and Cleft Palate". *Plastic Reconstructive Surgery*. v. 22, p. 435-440.
- LAZO-CORTÉS, M and RUIZ-SHULCLOPER, J. (1995). "Determining the Feature Relevance for Non-Classically Described Objects and a New Algorithm to Compute Typical Fuzzy Testors". *Pattern Recognition Letters*. v. 16, p.1259-1265.
- RUIZ-SHULCLOPER, J., ALBA-CABRERA, E. y LAZO-CORTÉS, M.. (1995). *Introducción al Reconocimiento de Patrones (Enfoque Lógico-Combinatorio)*. Ed. CINVESTAV-IPN, Serie verde n. 52. México.
- ORTÍZ-POSADAS, M. R., MARTÍNEZ-TRINIDAD, F. and RUIZ-SHULCLOPER, J. (1996). "A New Approach to Differential Diagnosis of Diseases". *International Journal of Biomedical Computing*. v. 40, p. 179-185.
- VALEV, V. and ZHURAVLEV, J. I. (1991). "Integer Valued Problems of Transforming the Training Tables in K-Valued Code in Pattern Recognition Problems". *Pattern Recognition*. v. 24, n. 4, p. 283-288.

EVALUATING CLEFT LIP AND PALATE SURGERY BY THE LOGICAL COMBINATORY APPROACH OF PATTERN RECOGNITION THEORY

M. R. Ortiz-Posadas^{1,2}, J. Maya-Behar³ and M. Lazo-Cortés^{2,4}

ABSTRACT-- The main objective of this work is to develop an auxiliary tool to help physicians in the diagnosis of pediatric patients presenting a cleft lip and or palate congenial malformation, comparing the state before surgery against the surgical result, in order to evaluate the effectiveness of the health care provided. The methodology is based on the logical combinatory approach of the pattern recognition theory, and another objective is to demonstrate the usefulness and advantages of this methodology in modeling problem related to differential medical diagnosis. This work was developed in the Reconstructive Surgery Service of Tacubaya Pediatric Hospital belonging to Health Care Services of Federal District Department from Mexico City, with a team of specialists involved in patient rehabilitation. The description of this kind of malformations represents a complex problem and requires variables of different nature (qualitative and quantitative), that is why problem modeling with conventional methods is difficult. In this sense, a new description in terms of the three palates and a set of 22 complementary variables are proposed here. Likewise, the domain and the comparison criterion for each of them are defined. Moreover, a partial similarity function to compare patients descriptions is introduced. With all these elements a new methodology is developed that allows to predict patient rehabilitation and to evaluate the tendency in the evolution of health care provided, comparing the surgical result reached against the predicted result in each case. Although the methodology has been exposed in a particular way for the surgery of cleft lip and/or palate, its general characteristics make it able to be applied to other problems in which it is necessary to know the evolution of the problem solution.

Keywords: Differential Medical Diagnosis, Medical Decision Making, Pattern Recognition, Knowledge-based Systems, Cleft Palate, Mathematical Modeling of Clinical Problems.

¹ Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Ingeniería Eléctrica. Av. Michoacán y la Purísima s/n Col. Vicentina, Iztapalapa. C. P. 09340 D. F. México.
E-mail: posa@xanum.uam.mx

² Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Ingeniería Eléctrica. Sección de Computación. D. F. México.

³ Servicios de Salud Departamento del Distrito Federal, Hospital Pediátrico Tacubaya. D. F. México.

⁴ Instituto de Cibernética, Matemática y Física, Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, Cuba.