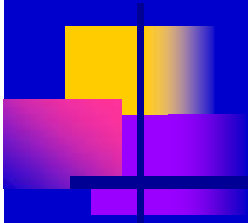
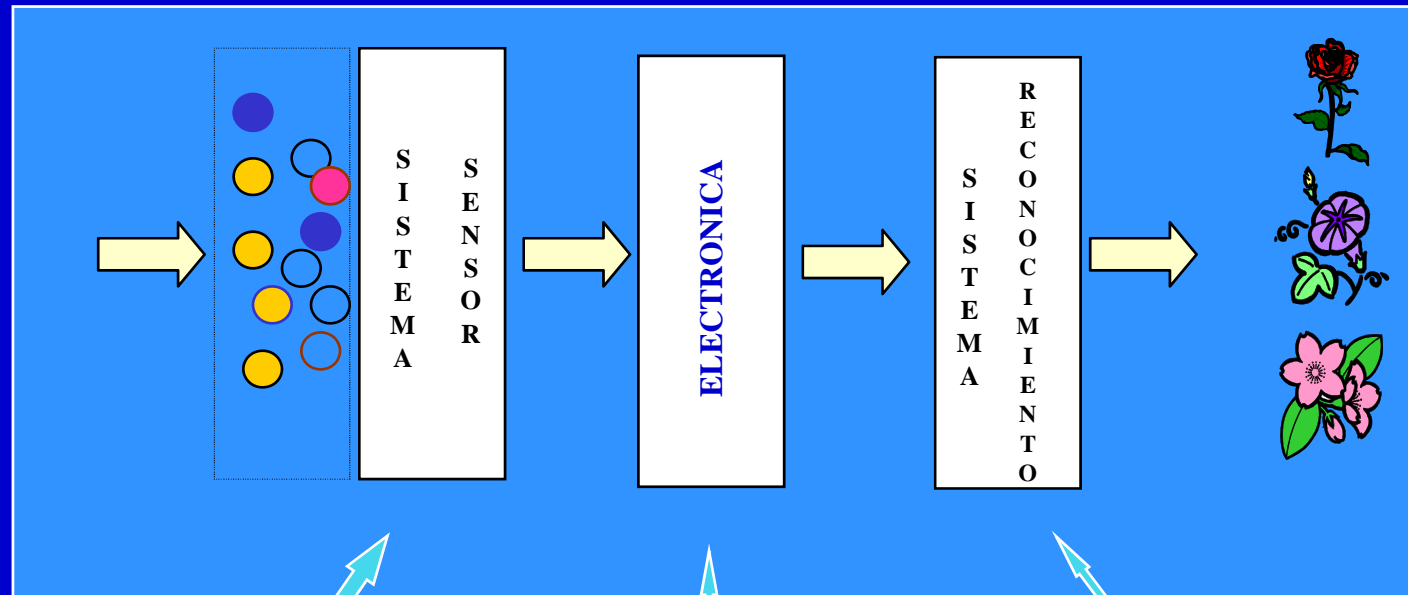


USO DE NARICES ELECTRÓNICAS PARA DIAGNOSTICO DE CALIDAD DE AIRE



*D. RODRÍGUEZ, S. REICH, P. ALONSO,
A. BOSELLI y A. LAMAGNA.*

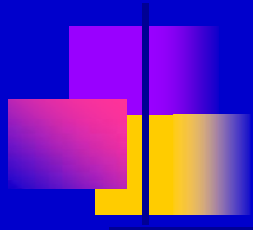
La nariz humana



Células olfativas

Bulbo olfativo,
cerebelo, etc.

Córtex



Hacia la nariz electrónica

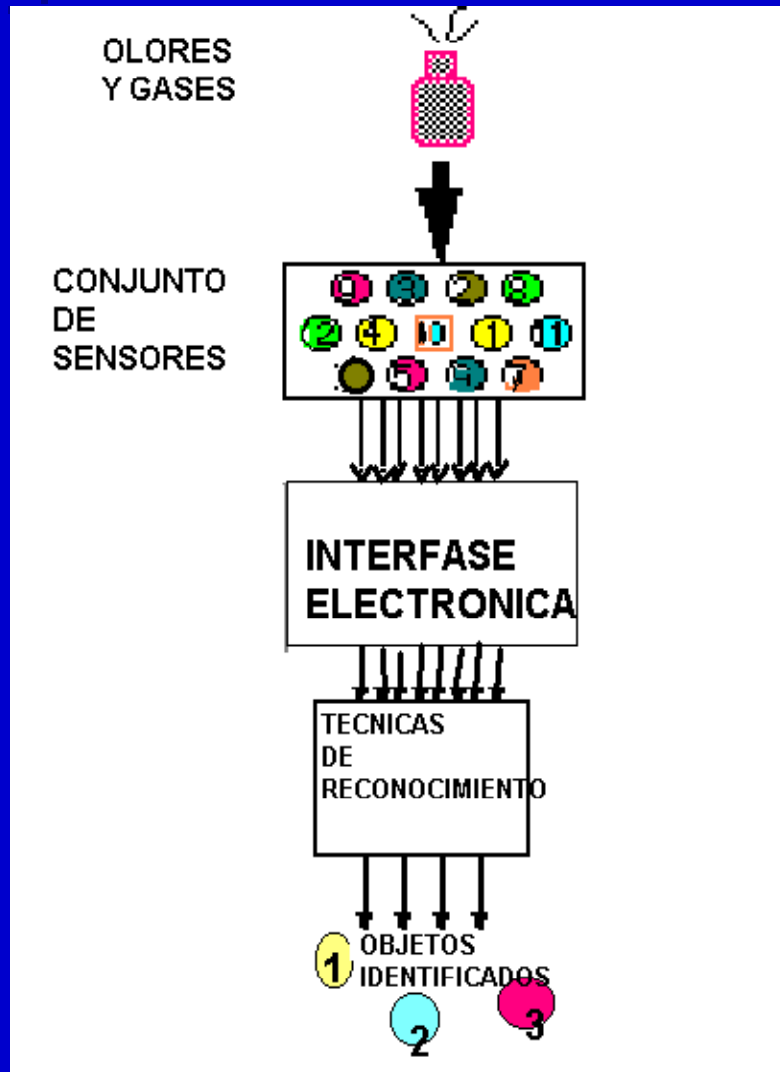
La utilidad de obtener un dispositivo electrónico que permitiera identificar olores se hizo evidente desde los primeros prototipos experimentales armados a fines de la década de los 80.

Con una NE es posible en principio registrar olores inaccesibles al olfato humano y más aún hacerlo en forma continua, durante períodos prolongados o en sitios insalubres.

La nariz electrónica toma ciertos aspectos inherentes a una nariz biológica pero, su escasa complejidad en comparación con esta última, la hace muy específica y requiere de un diseño apropiado para cada situación particular que se quiera caracterizar.

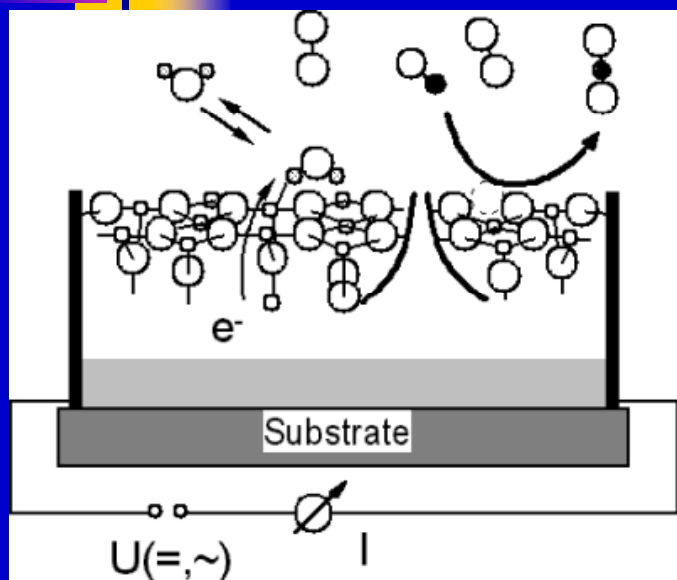
En esto reside su limitación como instrumento universal pero también su potencia como detector específico.

La nariz electrónica



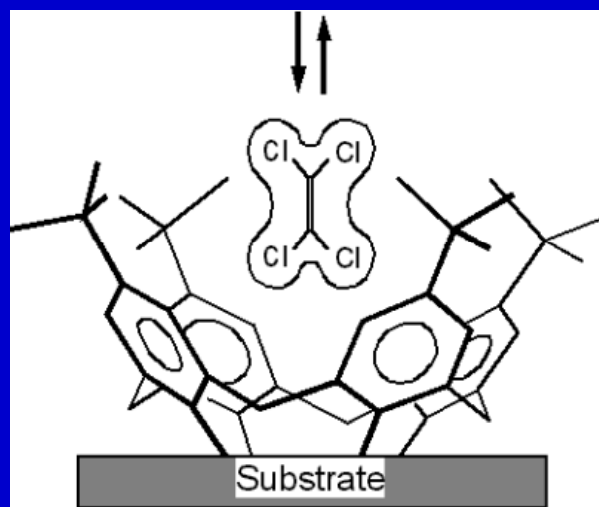
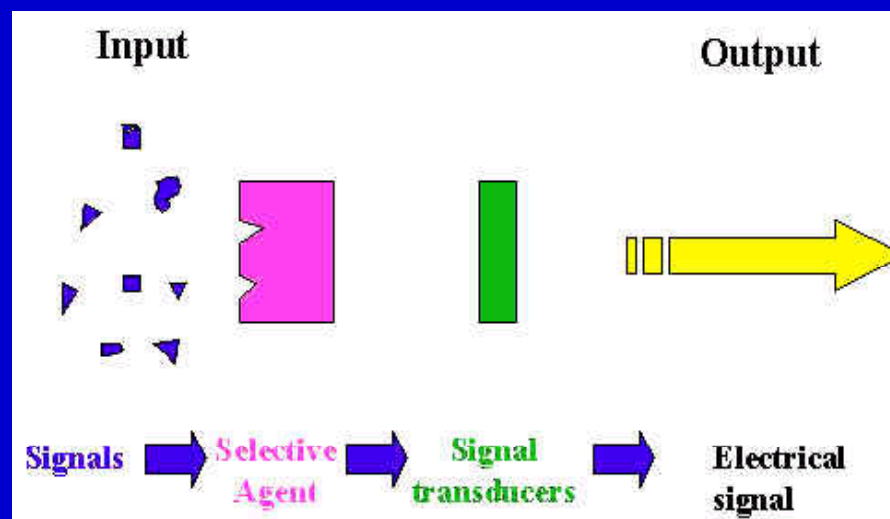
- ✓ Los vapores son forzados a la cámara de los sensores.
- ✓ La interfase electrónica produce señales con las respuestas en el tiempo de cada sensor
- ✓ El sistema de reconocimiento asigna estas señales a un "olor" previamente aprendido

Principios muy básicos



Conductor Inorgánico

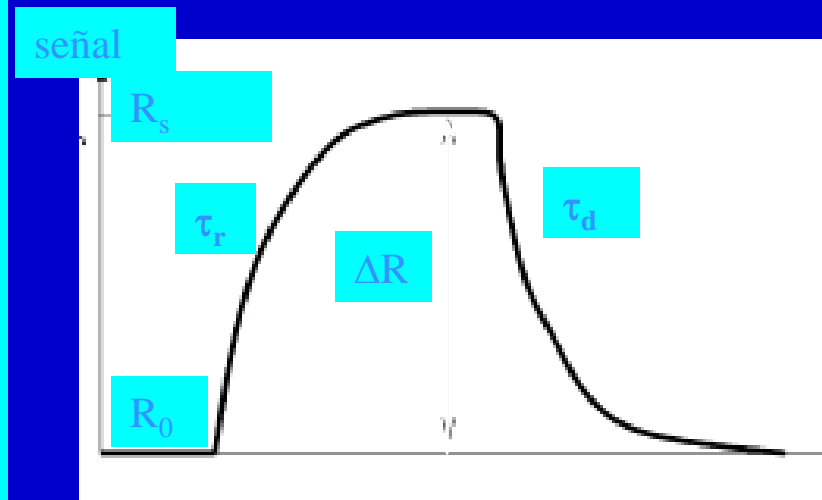
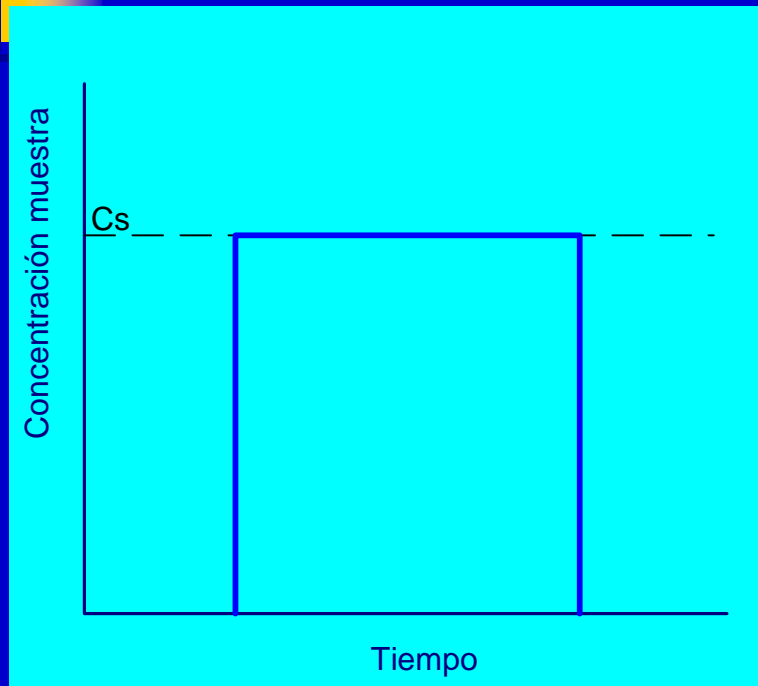
Cambios de conductividad, frecuencia,



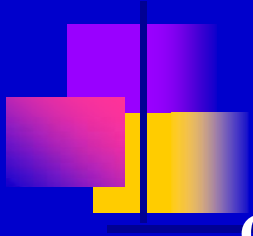
Moléculas Orgánicas

Cambios de masa, temperatura, capacidad,
constante dieléctrica, propiedades ópticas...

¿Qué mide cada sensor de una nariz electrónica?



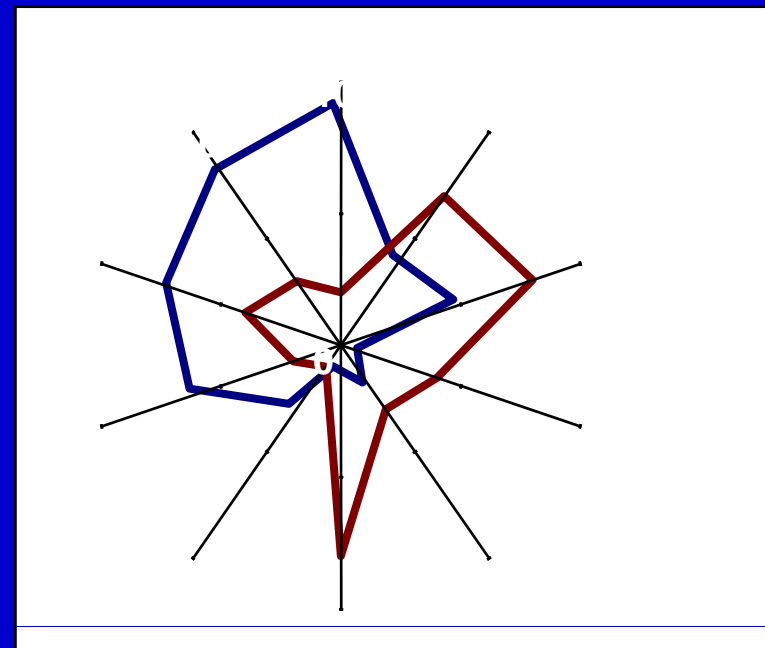
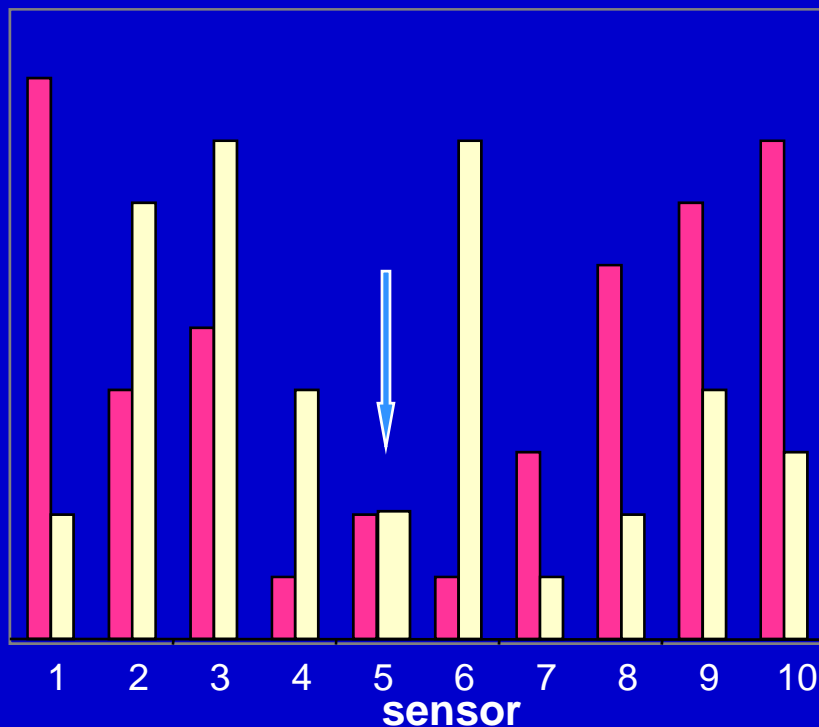
- Cada sensor recibe un pulso como señal de entrada
- Modifica alguna propiedad, por ejemplo la resistencia eléctrica.
- El pulso de señal es digitalizado por la interfaz electrónica



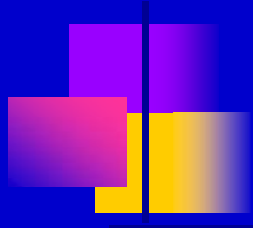
Un ejemplo

Cada uno de los sensores que componen la nariz puede “confundirse”. Dos sustancias gaseosas distintas en composición y concentración pueden dar la misma respuesta para un determinado sensor.

Sin embargo la respuesta combinada define una respuesta unívoca (es una huella digital de la mezcla).

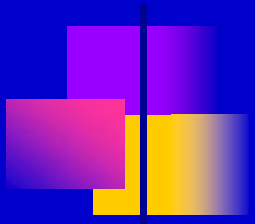


Representación polar

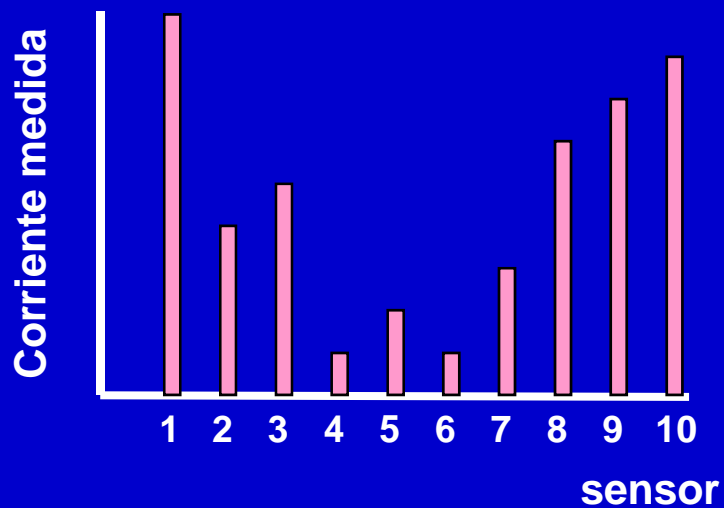
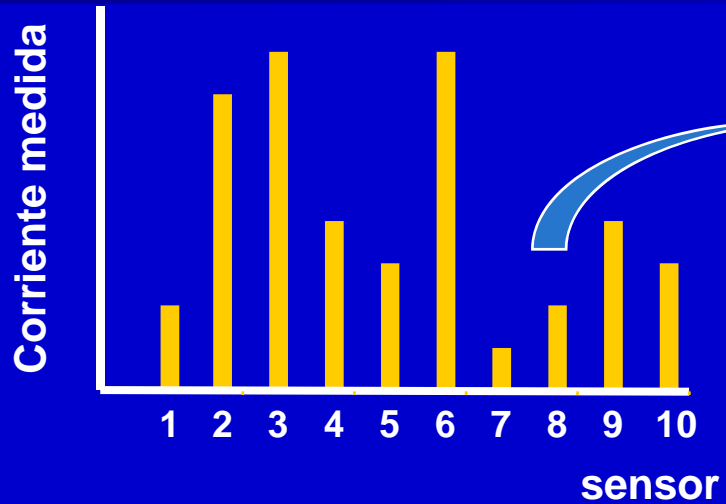


Importancia de los algoritmos de reconocimiento

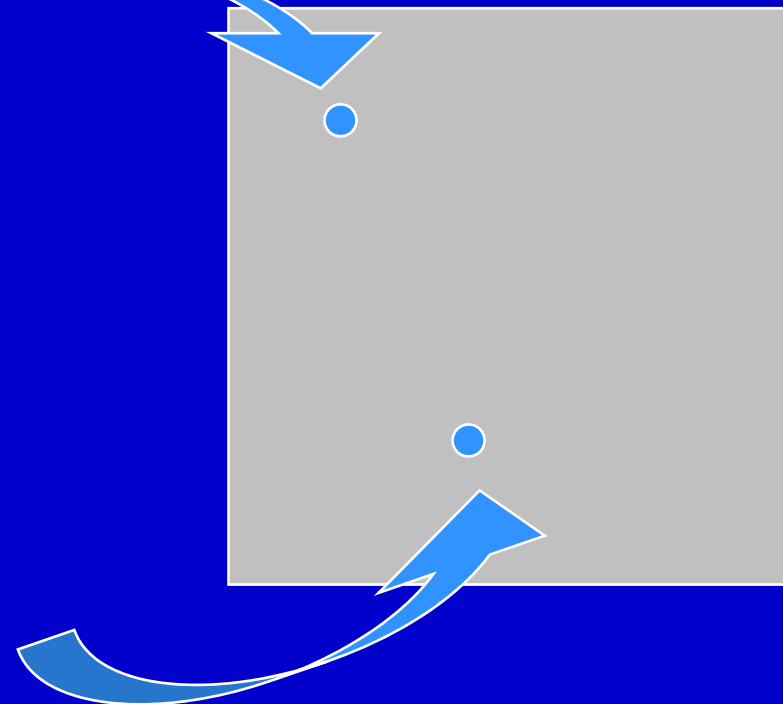
- ✓ Son inherentes al sistema olfativo biológico, el cual se basa en la toma masiva de datos (numerosas señales nerviosas) y en el posterior procesamiento por el sistema nervioso central.
- ✓ Los aromas, resultados de la combinación de múltiples impulsos eléctricos son agrupados en unas pocas categorías (aromas específicos, olores nauseabundos, etc.)
- ✓ Los algoritmos de reconocimiento son, por lo tanto, un componente esencial de una nariz electrónica
- ✓ El gran avance en los dispositivos de computación, permite implementar en espacios reducidos programas de identificación de elevada complejidad numérica.

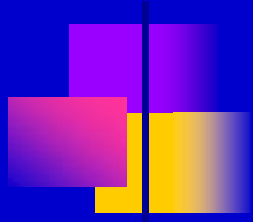


Sistema de reconocimiento

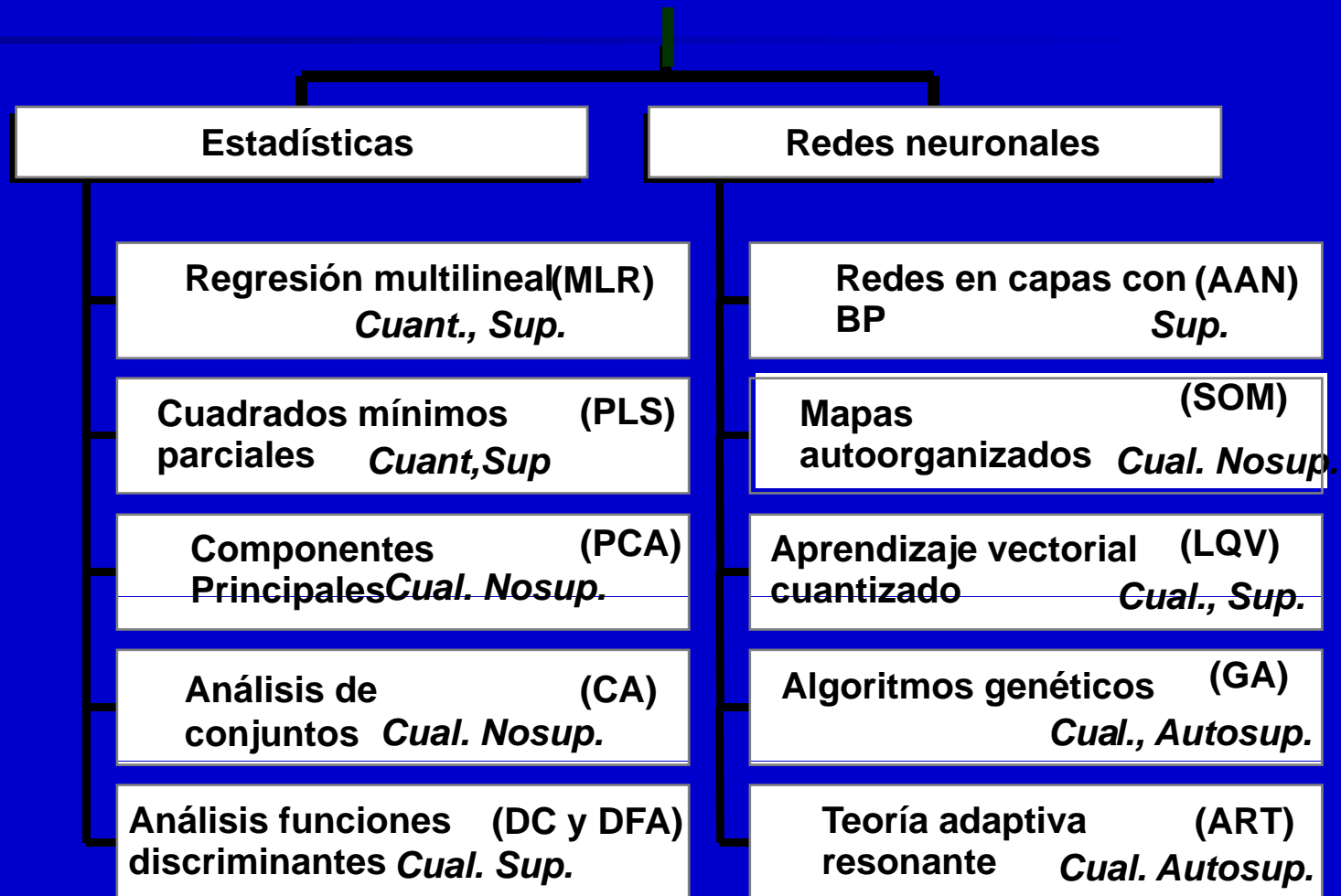


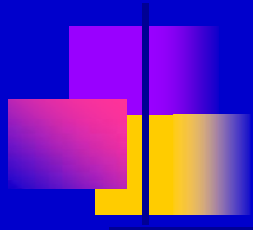
PROYECCIÓN A UN PLANO





Técnicas de multivariable



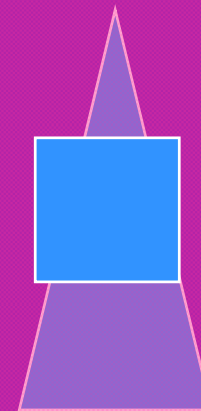
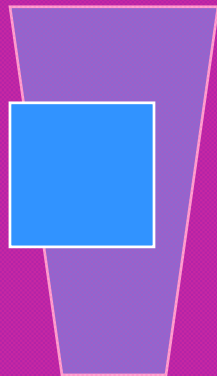
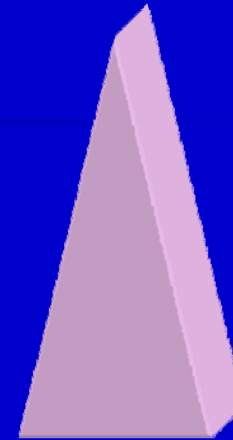
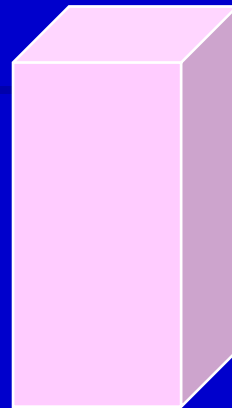
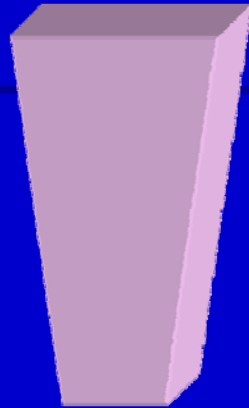
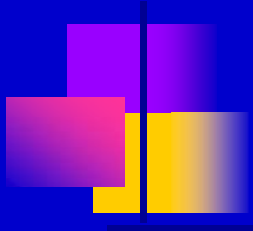


Análisis de componentes principales (PCA)

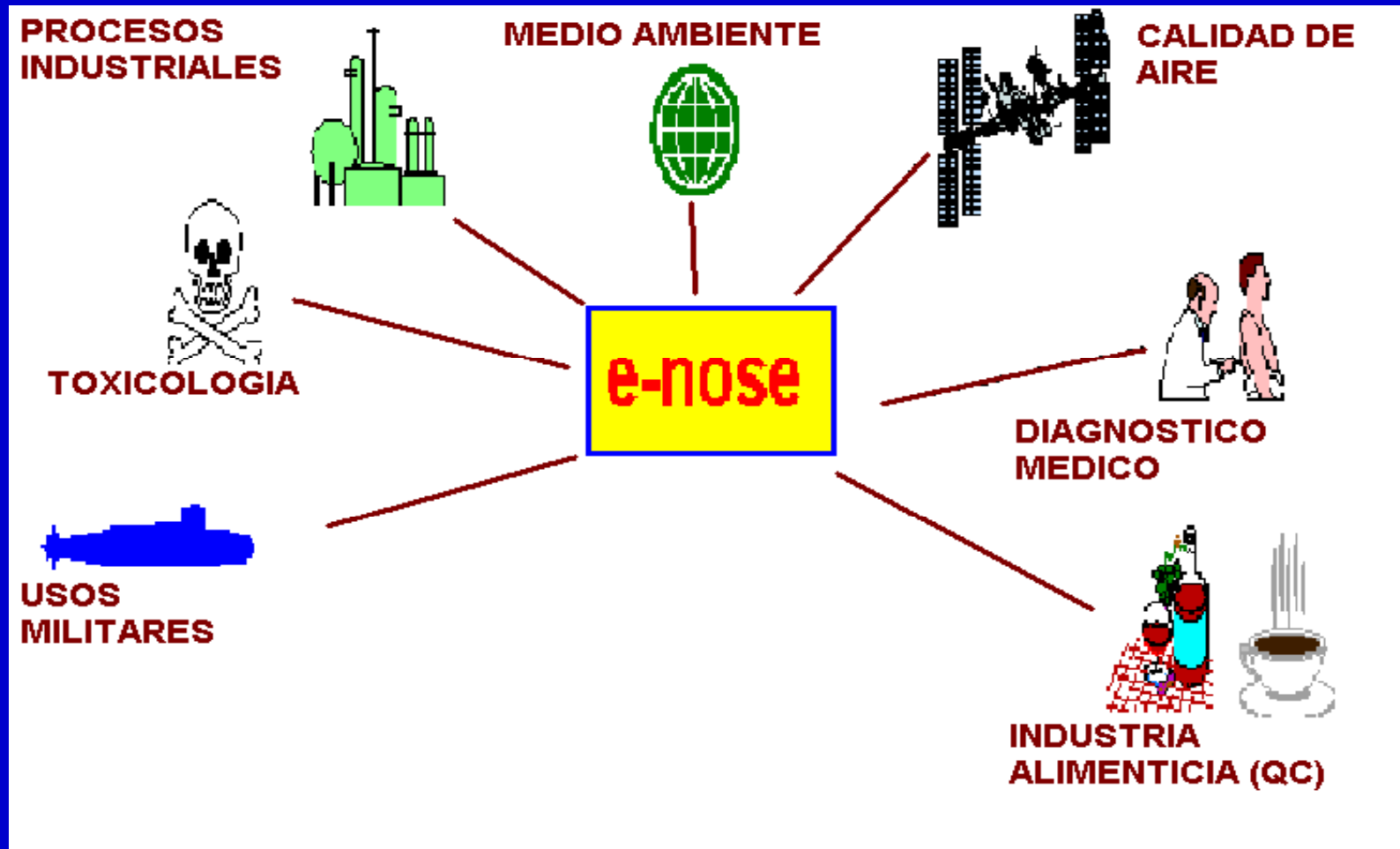
- ✓ Es uno de los métodos más utilizados en narices electrónicas, tanto en forma única como en combinación con otras técnicas.
- ✓ El vector de respuestas puede reducirse si en lugar de las respuestas originales se toman unas pocas combinaciones significativas de las mismas.
- ✓ Matemáticamente, si S_i ($i=1,N$) representa el espacio N dimensional de los vectores respuesta, de los N sensores, entonces PCA es la transformación P que diagonaliza la matriz de covarianza y se obtiene una nueva base C para los vectores respuestas.

$$S = \sum_{j=1}^M p_{ij} \cdot c_j + \cancel{\sum_{j=M+1}^K p_{ij} \cdot c_j}$$

Plano de la máxima varianza



Aplicaciones



PampaNose (1)



Algunos detalles

sensor chamber

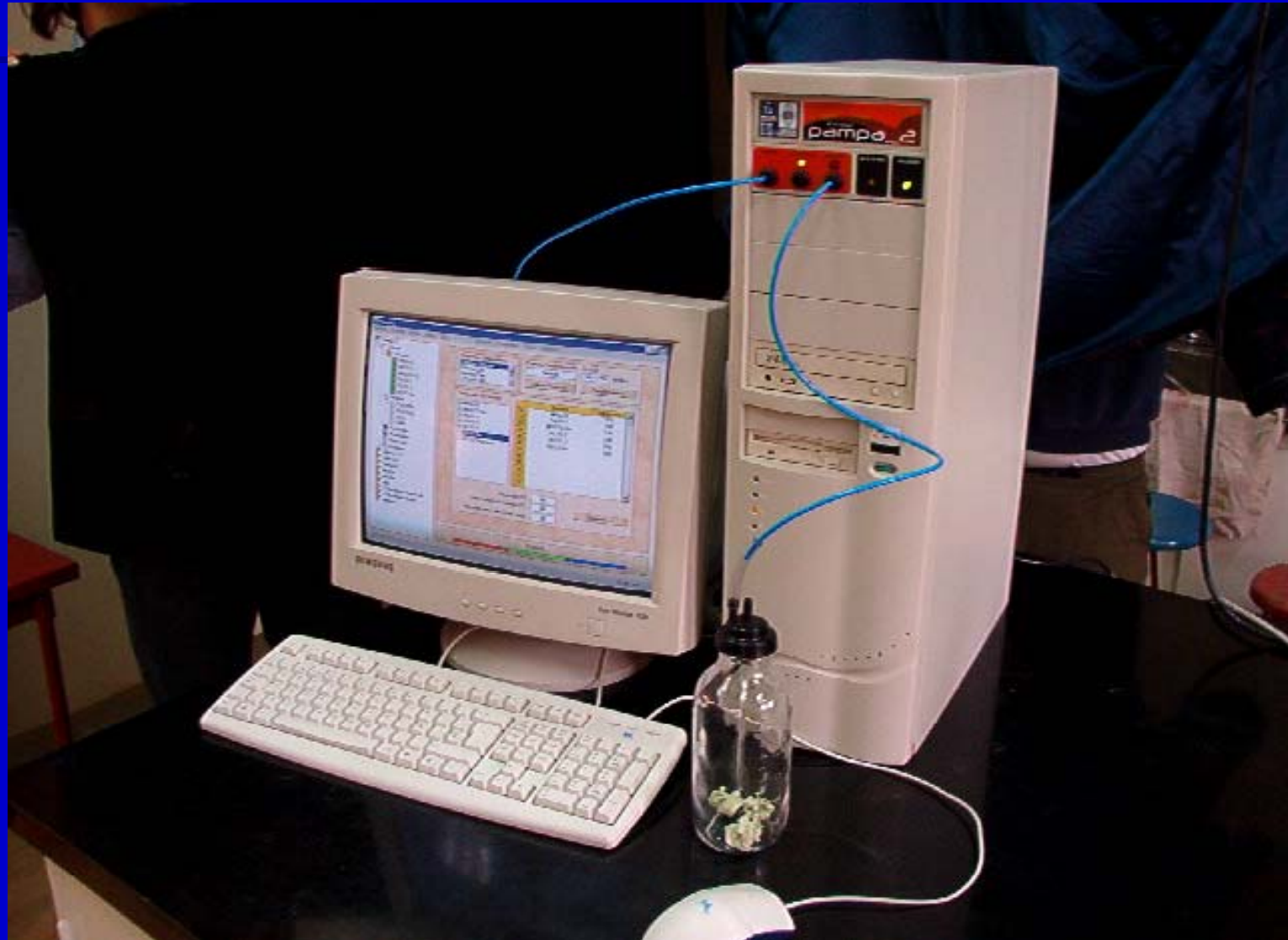
6 SnO₂ thin film
sensors

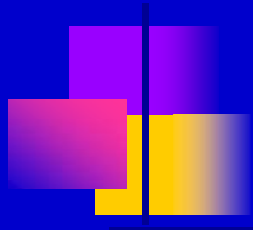
1 temperature
sensor

1 humidity sensor



La nariz PampaNose2

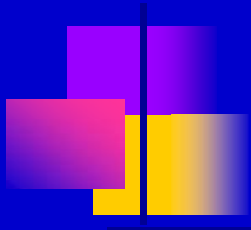




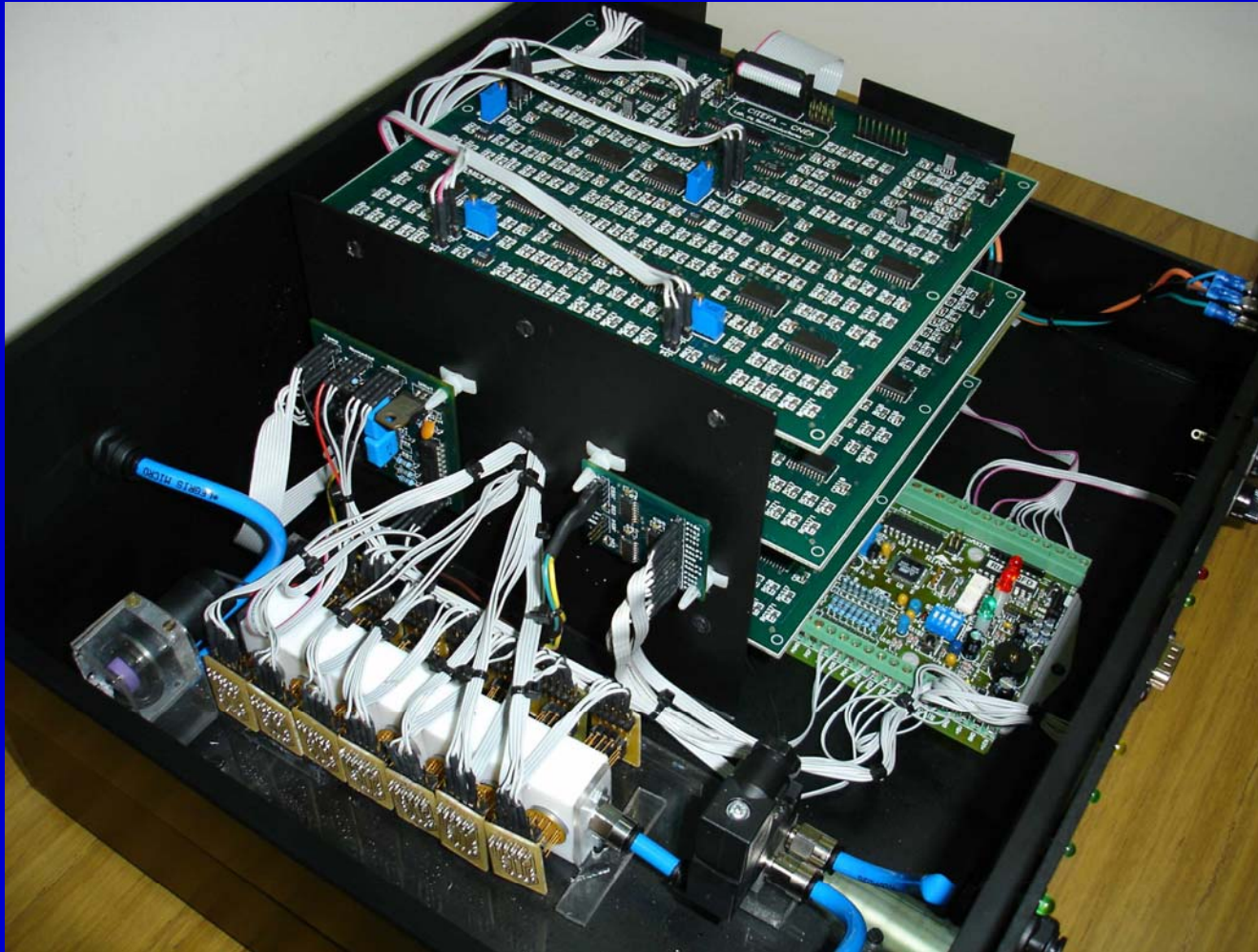
Prototipo Nariz Electrónica III

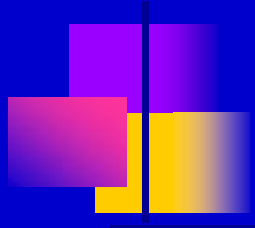
Versión Rack





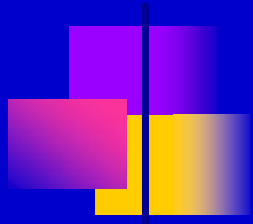
Detalle del Prototipo Nariz Electrónica III Versión Rack





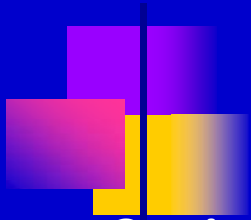
Prototipo Nariz Portátil (2006)





Un ejemplo: medir contaminantes en aire

- ☐ La medición de oxidantes atmosféricos, especialmente el ozono (O_3) y dióxido de nitrógeno (NO_2) es clave para determinar la calidad del aire.
- ☐ Ellos están incluidos entre los contaminantes principales que deben ser monitoreados por su impacto adverso en la salud humana y el ambiente.
- ☐ Debido a su acoplamiento químico ellos están indisolublemente ligados y por su naturaleza secundaria pueden detectarse relativamente lejos de las fuentes de contaminación
- ☐ No puede dejar de encararse la medición simultánea de ambos O_3 y NO_2 (problemas de interferencia)



Mediciones

Se inyectó aire ambiente en bolsas Tedlar.

Se lo enriqueció luego con cantidades conocidas de O_3 and NO_2 .

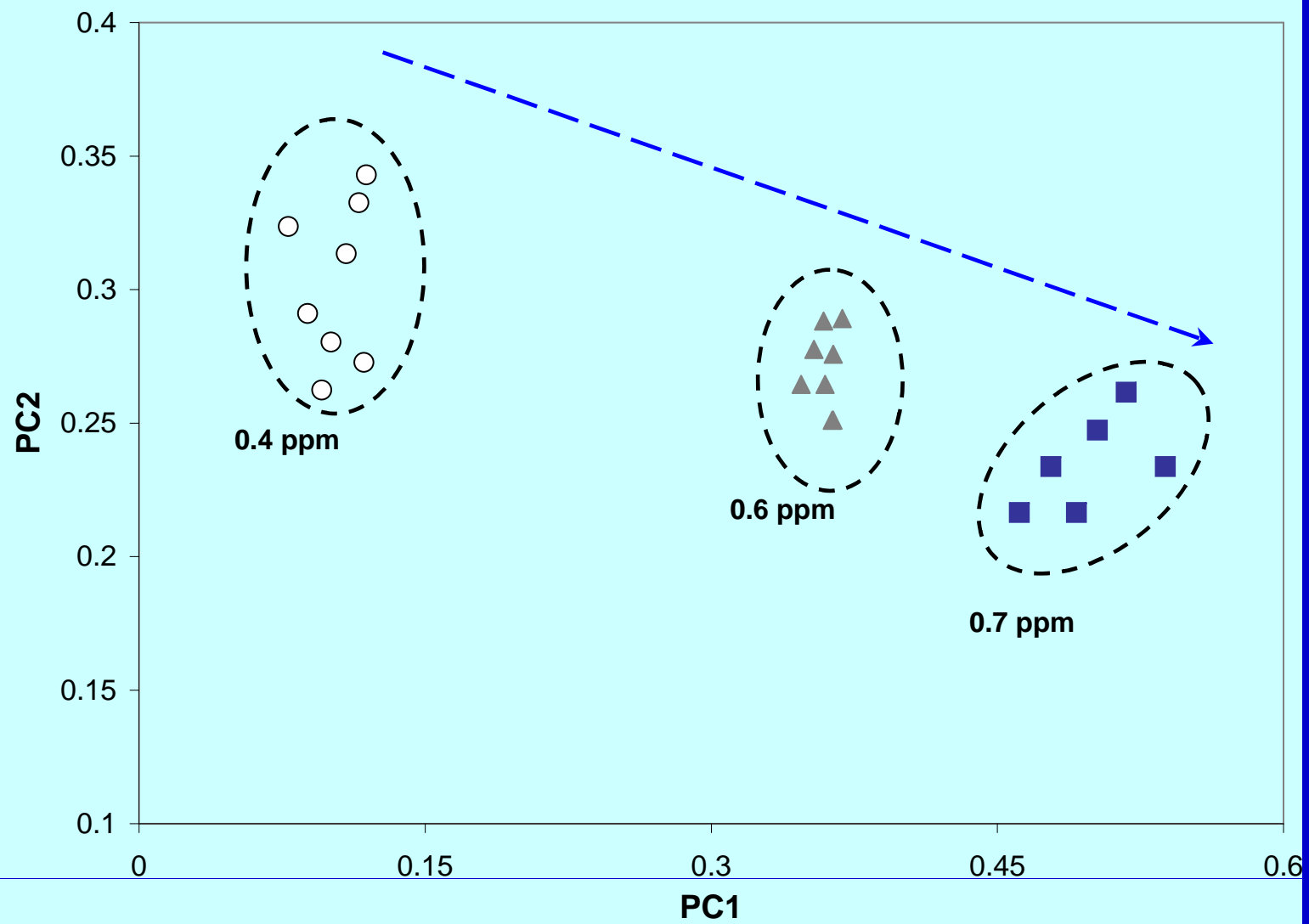
El contenido de las bolsas fue extraído hacia la nariz PampaNose (1)

La concentración total en la bolsa fue medida independientemente con otros métodos.

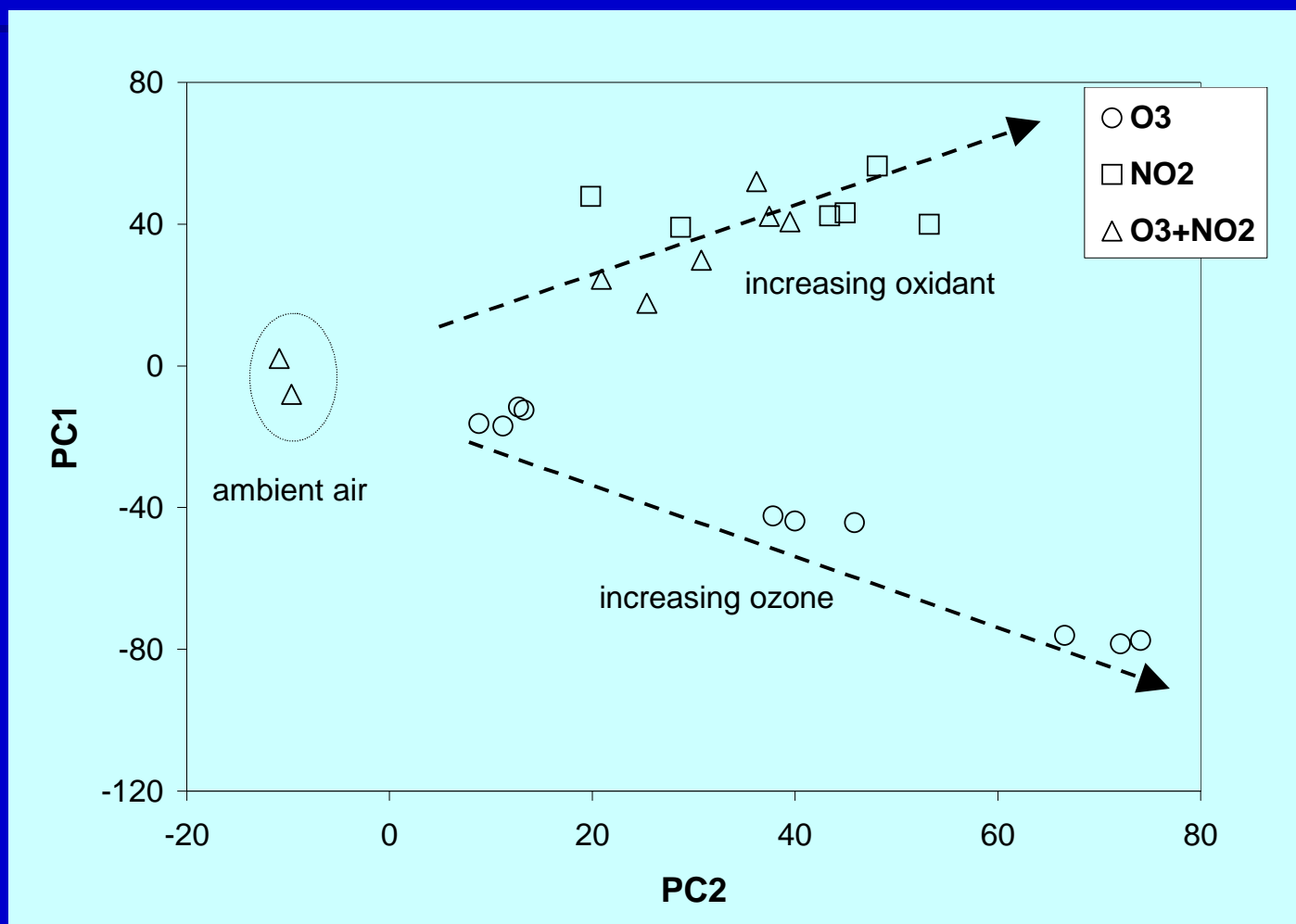
Los equipos utilizados fueron HORIBA (APNA-360), basado en quimioluminiscencia para el NO_2 y HORIBA (APOA-360) basado en absorción UV para el O_3

Case	O_3 (ppm)	NO_2 (ppm)
$(O_3)_{1-3}$	0.19 - 0.24	
$(O_3)_{4-6}$	0.32 - 0.37	
$(O_3)_{7-9}$	0,88 - 0.96	
$(NO_2)_{1-2}$		0.44 - 0.46
$(NO_2)_{3-4}$		0.55 - 0.58
$(NO_2)_{4-5}$		0.68 - 0.72
$(O_3 + NO_2)_{1-3}$	0.35 - 0.38	0.12 - 0.16
$(O_3 + NO_2)_{4-6}$	0.12 - 0.13	0.52 - 0.54
(ambient air) ₁₋₂	0.018 - 0.023	0,043 - 0.45

NO₂



Resultados

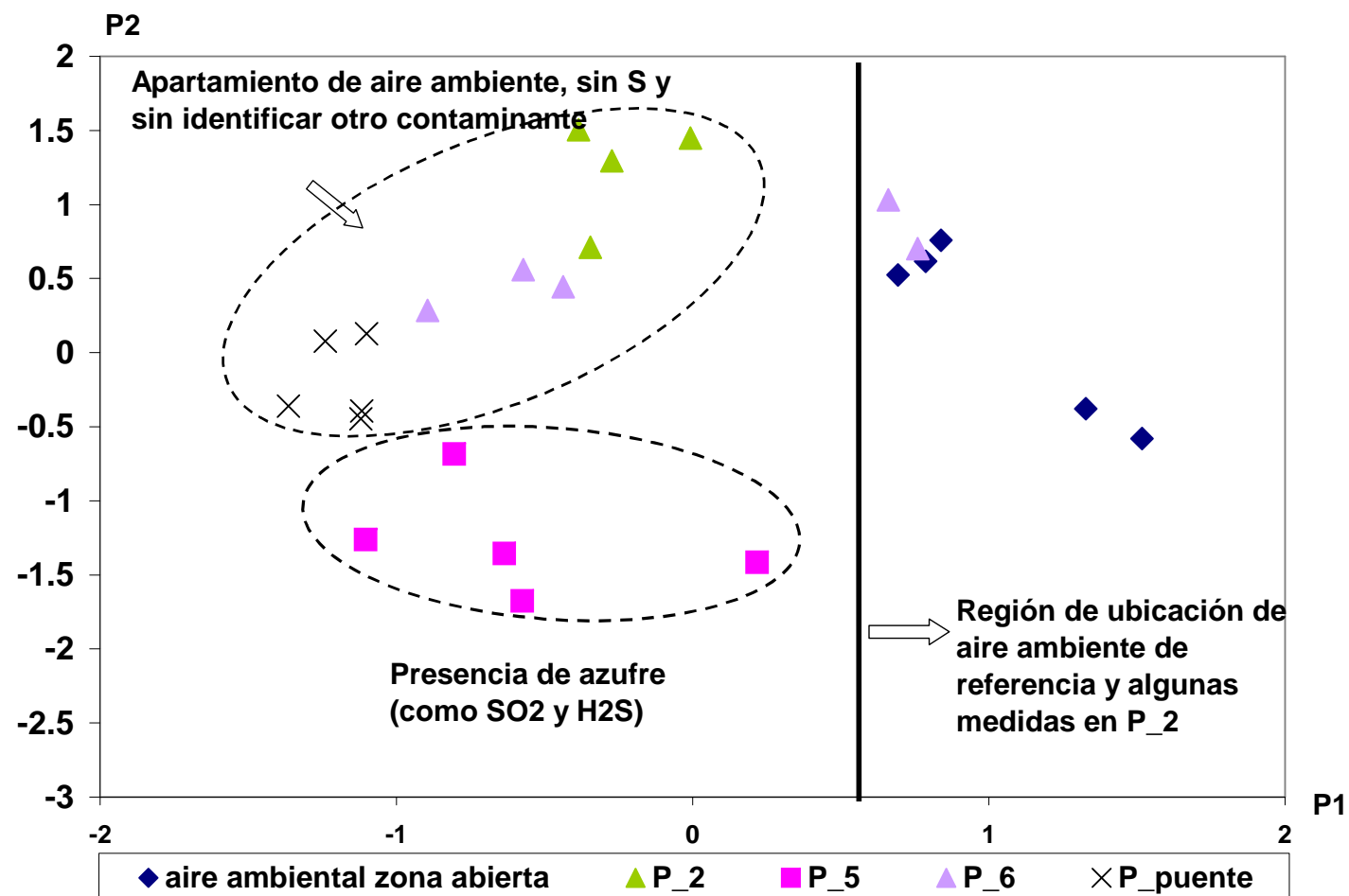


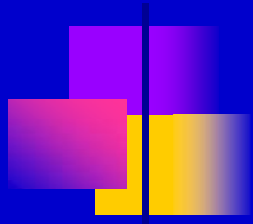


Aire sobre el Riachuelo

- ✓ Estudio junto con la Escuela de Postgrado de la UNSAM. Se utilizó una nariz electrónica (Cyrano 320) que posee 32 sensores elaborados con polímeros conductores.
- ✓ Se tomaron muestras de aire en diferentes sectores del Riachuelo en bolsas de Tedlar utilizando una bomba de aire que permite medir el volumen de aire en cada muestra.
- ✓ Para seguir la calidad del aire por un método independiente, se determinaron las concentraciones de SO_2 y H_2S dentro de las bolsas. Estos pueden ser trazadores de la descomposición de materia orgánica y su posterior volatilización en las aguas del Riachuelo. Están presentes en cantidades muy pequeñas en la

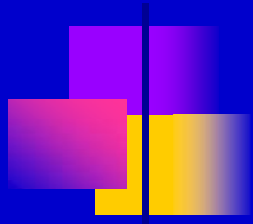
Resultados (Análisis PCA)





Monitoreo de gases del volcán Peteroa por medio de narices electrónicas





¿Quiénes somos?

www.e-nose.com.ar

CNEA: A. Lamagna, A. Boselli, D. Rodriguez, J. Bonaparte,
G. Molinaro, M. Fisher., P. Alonso, G. Redelico,
F. Boggio.

CITEFA: C. Giménez, C. Arrieta

UNSAM: S. Reich

ALUMNOS: A. Garbarz, A. Petriella, S. Woloj ...

¡Muchas gracias!