

Negri, Martín (marzo 2005). *Fundamento y aplicaciones de las narices electrónicas : Algo huele bien en la UBA*. En: Encrucijadas, no. 30. Universidad de Buenos Aires. Disponible en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires: <<http://repositoriouba.sisbi.uba.ar>>

## Fundamento y aplicaciones de las narices electrónicas

### Algo huele bien en la UBA

*Las narices electrónicas son modernos dispositivos electrónicos que, basados en el sistema olfativo de los mamíferos, están orientados a identificar y clasificar diferentes aromas. Pueden ser de gran utilidad en las industrias de la alimentación, cosmética y bebidas, ya que permiten realizar un control de calidad de los productos, diferenciando por ejemplo cítricos sanos de enfermos o el grado de frescura de la carne de vaca o de pescado. Al mismo tiempo, dado que pueden detectar sustancias imperceptibles o peligrosas para los hombres, pueden ser de sumo provecho en áreas como la ingeniería biomédica, el control ambiental o la seguridad industrial. Un grupo de investigadores argentinos ha desarrollado varios modelos de narices electrónicas económicos, pequeños (del tamaño de una caja de zapatos) y transportables, cuya eficacia ya fue puesta a prueba en diversas aplicaciones.*

---

#### Martín Negri

Doctor en Química, FCEyN, UBA.  
Profesor adjunto (FCEyN, UBA)  
e investigador del Conicet..

Las narices electrónicas son dispositivos que se inspiran en el sentido olfativo, aunque sin la arrogante aspiración de imitarlo. El objetivo central es el de tratar de identificar olores o discriminar entre varios olores que pueden ser producidos por alimentos, perfumes, bebidas, efluentes líquidos, etcétera, empleando dispositivos electrónicos que puedan ser controlados desde una computadora o laptop. En todos los casos la nariz electrónica no busca determinar qué compuestos están presentes en el olor, sino identificar a cada olor como un todo, proveyendo una huella digital del olor.

Esto se ilustra mejor si analizamos casos concretos que hemos estudiado en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. Por ejemplo, nos preguntamos si es posible determinar por su olor cuántos días estuvo guardado en la heladera un filet de pescado que se compró en una pescadería. Lo que se busca es lo que se llama una “detección temprana”, o sea determinar si el filet estuvo un día en la heladera o si está recién comprado. Y también se busca que la determinación sea “no destructiva”, es decir, que no sea necesario destruir al alimento para responder la pregunta planteada. La nariz electrónica es ideal para satisfacer las dos condiciones de “detección temprana” y de “análisis no invasivo”, por medio de un examen el olor de la muestra. Ahora bien: para poder discriminar por el olor entre un pescado fresco (recién comprado) y otro que estuvo guardado un día en la heladera es necesario caracterizar los olores asociados con ambos casos, lo que significa que es imprescindible que el equipo obtenga la huella digital de los dos olores. ¿Y cómo se genera una “huella digital” de un olor? En el sistema olfativo de los mamíferos, cada célula olfativa produce una señal eléctrica debida al olor, y todas esas señales eléctricas se envían al cerebro. Las células olfativas tiene distinta sensibilidad en presencia de un olor dado y cada célula envía una señal diferente al cerebro. El cerebro genera una memoria olfativa que es una propiedad no de cada señal individual sino del conjunto de todas las señales: se reconoce un patrón de señales, no

cada señal individual. Si este proceso de reconocimiento es efectivo, entonces cuando la persona perciba nuevamente el mismo olor lo podrá reconocer. Es más, podremos discriminar entre olores diferentes, o sea patrones diferentes. Esta es la base del sentido olfativo: poder reconocer patrones de olores.

Y todo este proceso lo hacemos al oler, sin que tengamos que conocer la fórmula química del olor. Un olor puede estar formado por un solo compuesto, o sea un solo tipo de molécula, pero éste no es generalmente el caso. La mayoría de los olores se deben a la presencia de muchos compuestos presentes en el aire o en el vapor que olemos. Por ejemplo, el aroma que percibimos de un vino se debe a una particular combinación de muchos compuestos aromáticos presentes en el vino, y si se cambian las proporciones de dichos compuestos entonces el aroma cambia. Lo interesante es que para discriminar entre vinos por su aroma no necesitamos saber ni qué compuestos aromáticos están presentes, ni en qué proporciones. Por supuesto que en el caso de los vinos, un catador entrenado puede determinar en muchas oportunidades qué compuestos están presentes o cuáles se reforzaron en la formulación, pero esto no es necesario (ni posible) en muchos casos de aplicación.

Estamos ahora en condiciones de entender cómo funciona una nariz electrónica, basándonos en cómo funciona el sentido del olfato. Lo primero que necesitamos es algo que juegue un papel análogo al de las células olfativas. Para ello disponemos de sensores de gases diferentes, cada uno dará una señal diferente en presencia de un mismo olor. Existen muchos tipos de sensores de gases, basados en diferentes principios de operación. Algunos materiales por ejemplo, se hacen más conductores en presencia de un gas dado y entonces se puede medir la disminución de la resistencia eléctrica del material del sensor en presencia de un gas. Existen otros sensores, que se basan en detectar en forma más o menos ingeniosa algún cambio de las propiedades físicas del material cuando está en presencia de un gas. Por ejemplo, existen sensores que se basan en cambios de propiedades ópticas, tal como los cambios de la reflexión de la luz en una superficie cuando sobre ella se absorbe un gas. La nariz electrónica cuenta con un conjunto de sensores diferentes que tienen una respuesta distinta al ser expuestos a un olor.

Una vez que generamos las señales eléctricas de los sensores debemos enviarlas a un centro de procesamiento de la información, en donde el conjunto de las señales sea guardado y eventualmente comparado con otros patrones de señales. En este punto, lo importante es darnos cuenta que en la mayoría de los casos el reconocimiento de patrones es un proceso estadístico: debemos almacenar muchos patrones similares para poder buscar diferencias y semejanzas. Por ejemplo, los olores generados por dos pescados del mismo tipo, igual peso e iguales condiciones de almacenamiento, pueden ser naturalmente levemente diferentes. Para poder comparar esos olores con los de otros pescados almacenados en condiciones distintas o durante más días es necesario medir muchas muestras, generando los patrones de olor de cada una y luego hacer una comparación en términos estadísticos, empleando métodos matemáticos de reconocimiento de patrones.

En nuestro grupo de investigación empleamos distintos métodos matemáticos de reconocimiento de patrones, incluyendo métodos como el de "Redes Neuronales Artificiales", también inspirado en como es el proceso de aprendizaje en los seres humanos. En este caso, es necesario incorporar información al sistema de análisis (en la PC) en lo que se llama la etapa de "entrenamiento". A cada tipo distinto de muestra que se

quiere discriminar se le asigna un código numérico, indicando qué tipo de muestra es la que se huele, y luego, en otra etapa, pidiéndole al programa que aprenda a asignar correctamente los códigos, y diciéndole, por medio de un proceso interactivo, en qué medida logró hacerlo o cuándo falló. Nuevamente aquí vemos algunas similitudes con el proceso de enseñanza y reconocimiento de los mamíferos superiores.

En el INQUIMAE (Instituto de Química Física de Materiales, Ambiente y Energía) hemos construido varias narices electrónicas transportables, que tienen diferentes formas de captar los olores (toma de muestra). Las hemos aplicado a estudios de investigación básica y a la realización de servicios a terceros. El proyecto ha contado con financiación de instituciones públicas y privadas: UBA, Conicet, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT), Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, Fundación YPF y Fundación Antorchas.

A continuación se mencionan algunos de los estudios realizados.

### **Algunos casos estudiados**

En la Figura 1 vemos representadas las señales de cada uno de los sensores de una de nuestras narices, para los casos de un filet de merluza recién comprado y para cuando pasaron dos días en la heladera. La señal de cada sensor está en cada uno de los vértices y se ve como el patrón es diferente en los dos casos.

Otro caso que estudiamos, en colaboración con una empresa multinacional de química cosmética radicada en el país, es el siguiente: ¿es posible detectar si una fragancia dada contiene un agregado de un compuesto dado que se agrega en muy pequeñas proporciones? La fragancia contiene una veintena de compuestos diferentes, que en su conjunto determinan el aroma. Ahora se le agrega un nuevo compuesto, el cual puede modificar el aroma final, dependiendo de la cantidad en la que se lo agregó. ¿Será posible detectar los cambios de aroma, y por lo tanto saber si está o no presente el nuevo compuesto? Si la cantidad que se agrega es grande lo podremos detectar, pero ¿cuál será nuestro "límite de detección"? Este estudio se hizo no sólo con las narices electrónicas que desarrollamos en nuestro grupo de investigación, sino también con panelistas de la empresa. Empleando métodos de Redes Neuronales Artificiales se logró obtener un límite de detección mejor que el del conjunto de panelistas, obteniendo este trabajo el premio al mejor trabajo científico del XV Congreso Latinoamericano e Iberoamericano de Químicos Cosméticos, Buenos Aires, septiembre de 2001. En la Figura 2 se muestra una tabla de resultados comparativos entre la nariz electrónica y los panelistas.

Otros estudios realizados por diferentes integrantes del grupo de investigación incluyeron la discriminación de vinos Malbec de diferentes procedencias, la detección de fenoles en agua y el seguimiento de la polimerización a partir del olor.