

# Descubriendo el aire que respiramos

*Discovering the air that we breathe*

**“Es como una versión en pez  
de *El fantasma de la ópera*”**

*Jonathan Balcombe. El ingenio de los peces.*

**“It’s like a fish version  
of *The Phantom of the Opera*”**

*Jonathan Balcombe. What a Fish Knows.*



Por / By:  
Memo Ángel

[revista.universitascientifica@upb.edu.co](mailto:revista.universitascientifica@upb.edu.co)

Fotos / Photos:  
Cortesía Grupo de Investigación  
Research group courtesy

**E**l aire sano

Si en la Edad Media alguien le hubiera dicho a otro “créeme, soy como el aire que respiras”, quien hubiera escuchado la frase imaginaria un espacio blanco y puro, con un paisaje verde, peces en el río y pajaritos trinando en el nido. Ahora, si esta frase se hubiera dicho hoy en día, la imagen sería la de un monstruo o un delincuente peligroso. Y sí, los tiempos han cambiado como han variado las ciudades, los sonidos, la gente y el contenido del aire.

**Healthy air**

*If in the Middle Ages someone had said: “Believe me, I am like the air you breathe,” whomever had heard the phrase would have imagined a pure and white space, with a green landscape, fish in the river and birds chirping in the nest. Now, if that phrase would have been said today, the image would be that of a monster or a dangerous criminal. And yes, times have changed as cities, sounds, people and the air content have varied.*

El aire, del que tenemos conciencia cuando respiramos mal u olemos algo feo, es un compuesto de casi un 79 % de nitrógeno, un 20 % de oxígeno y el resto —algo así como un 2 %—, de dióxido de carbono, argón, neón, criptón, helio y vapor de agua. Esto, en estado limpio. ¿Y qué produjo el aire? Se dice que hace 2400 millones de años se produjo un fenómeno llamado la Gran Oxidación (Otros lo llaman la revolución del oxígeno), y a partir de ahí se dio la evolución de la vida orgánica. Los árboles y las plantas necesitaron el aire, igual que protozoos, hongos, animales invertebrados y vertebrados, como reptiles, anfibios, aves, peces y mamíferos (entre ellos, nosotros).

El aire, entonces, que no aparece en la creación hecha por los dioses de las distintas mitologías y religiones (pareciera que agua, aire y tiempo se hubieran hecho solos), fue el gran dador de vida y no solo compartió, como hecho básico, con los demás elementos (tierra, agua y fuego; los chinos añaden el espacio) el acontecimiento de la vida posible, sino que se hizo viento, cargó nubes y fue lo primero que hicieron el hombre y la mujer al nacer: entrar en contacto con él, llevarse una bocanada a la boca y comenzar a vivir.

### El aire enfermo

Todo lo que hay en la tierra es susceptible de entropía (todo tiende a destruirse, menos el tiempo) y esta acción entrópica se acelera con la enfermedad, no solo en organismos sino en minerales y gases,

---

**La fase de Apropiación Social del Conocimiento del proyecto, estuvo encabezada por la joven investigadora de Minciencias, Maritza Londoño Berrío, coinvestigadora del proyecto.**

***The Social Appropriation Awareness phase of the project was led by the Minciencias' Young Researcher, Maritza Londoño Berrío, co-researcher of the project.***

---



Ilustración: Ana Isabel Castrillón Restrepo

*The air, which we are aware of when we breathe badly or smell something bad, is composed of almost 79% nitrogen, 20% oxygen and the remainder —something like 2%— carbon dioxide, argon, neon, krypton, helium and water vapor. This is when it is in its clean state. But what created the air? It is said that 2,400 million years ago, there was a phenomenon called the Great Oxidation (others call it the Oxygen Revolution), and from there on the evolution of organic life occurred. Trees and plants needed air, as well as protozoans, fungi, invertebrate and vertebrate animals such as reptiles, amphibians, birds, fishes and mammals (among them, us).*

*The air, then, which does not appear as having been made by the gods of the different mythologies and religions (it seems as water, air and time had created themselves), was the great giver of life. In fact, it not only shared this as a basic fact with the other elements (earth, water and fire: the Chinese add space), but it actually became wind, and it loaded the clouds. And it was the first thing that man and woman came into contact with when they were first born: they took a mouthful of it and started living.*

### **Sick air**

*Everything on earth is susceptible to entropy (everything tends to get destroyed, except time). This entropic action is accelerated with disease, not only in organisms but also in minerals and gases,*

y toda enfermedad (este artículo lo escribo en días de pandemia y cuarentena) se debe a un cuerpo extraño que ingresa y destruye no solo en lo que tiene masa sino también la mente, en la que el cuerpo extraño es una manía, un pensamiento que se repite, una angustia, etc.

El aire, que en los distintos tiempos de la historia tuvo sus malos olores en diversos sitios (debido a la podredumbre de los cadáveres en las guerras, a los incendios provocados, a los volcanes que explotaron, a las pestes), nunca estuvo enfermo en su totalidad. Si olía mal en Roma o en París, se sentía fresco y puro en los campos de los alrededores. Lo anterior quiere decir que, hasta la aparición de las ciudades industriales, había más aire puro que contaminado por el hollín. Incluso Londres, gris por la cantidad de humo, se aseguraba en el siglo XIX que su mancha contaminante no fuera como la de hoy en día, cuando ya (en este momento) el aire que respiramos no solo tiene partículas de carbón y caucho producidas por los motores de combustión y frenazos de los vehículos, sino también dióxido de azufre, óxido de nitrógeno, ozono y metano, más otras partículas que nacen de las distintas combustiones, los sistemas de tratamiento de basuras y en ocasiones de la proliferación de las ondas electromagnéticas. Diría que vivimos tiempos opacos y de mal respirar.

### A limpiar el aire

Uno de los combustibles más baratos (y contaminantes) usados en vehículos de alto cilindraje para la industria de la construcción, la minera, la agrícola y la forestal; en la maquinaria pesada, los tractores, los camiones, los trenes

*and every disease (this article is being written in pandemic and quarantine days) is caused by a foreign body that enters and destroys not only what is made up of mass but also the mind, in which the foreign body turns into a mania, a repetitive thought, an anguish, etc.*

*The air was never entirely sick in its entirety, although at different times in history it had its bad smells in diverse places (due to rotten corpses resulting from wars, provoked fires, volcanic eruptions and plagues). If it smelled bad in Rome or Paris, the air felt fresh and pure in the nearby fields. This means that until industrial cities appeared, there was more pure air than soot polluted air. Even London, grey due to the amount of smoke, in the 19th century, did not allow its pollutant stain to be as it is today. At present, the air we breathe not only has carbon and rubber particles produced by combustion engines and sudden braking of vehicles, but also sulfur dioxide, nitrogen oxide, ozone and methane, plus other particles that originate from the different combustions, waste management systems and the proliferation of electromagnetic waves. I would say that we live in opaque and bad breathing times.*

### Let us clean the air

*Also known as gasoil, diesel is one of the cheapest fuels (and pollutants) used in high-cylinder vehicles that are used in the construction, mining, agricultural and forestry industries. It is also used in heavy machinery, tractors,*



**Potencial mutagénico: hace referencia a aquellas sustancias que son capaces de alterar el material genético de los organismos vivos y cómo dichas alteraciones pueden ser heredadas de padres a hijos.**

***Mutagenic potential refers to those substances that are capable of altering the genetic material of living organisms and how such alterations can be passed on from parent to offspring.***



y muchos tipos de barcos, es el diésel, conocido también como gasóleo. Y entre nosotros (en nuestro Valle de Aburrá), el diésel es un factor de alta contaminación, debido a que no solo es un generador de partículas, sino que está mezclado con biomasa (biocombustibles) y alcoholes (bioalcoholes), unión que lo convierte en un peligro flotante que afecta los bronquios, estimula enfermedades cardiorrespiratorias y puede producir cáncer.

Frente a este problema, el Grupo de Investigación Biología de Sistemas de la [Facultad de Medicina](#) de la Universidad Pontificia Bolivariana, y con la cofinanciación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias), está desarrollando el proyecto *Biomarcadores genotóxicos in vitro para evaluar calidad y seguridad de material particulado total proveniente de diésel mezclado con alcoholes*, bajo la dirección de la docente [Isabel Cristina Ortiz Trujillo](#).

Para su divulgación y acercamiento a la población general se hizo una alianza de trabajo con el Parque Explora, la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá, en el que también participan los grupos de investigación Comunicación Urbana (GICU), Salud Pública y Desarrollo de Aplicaciones en Tecnologías de la Información y la Comunicación (Gidatic).

Este grupo interdisciplinario, en el que la biología se apoya en lo urbano y en las tecnologías de la comunicación, tiene como objetivo tanto entrar a determinar el contenido particulado de las emisiones producidas por el diésel y su efecto en los organismos vivos, como también la manera de controlar (y

*trucks, trains, and many types of ships. In our Valle de Aburrá, diesel is a highly polluting factor, since not only it generates particles, but it is also mixed with biomass (biofuels) and alcohols (bioalcohols). This turns it into a floating danger that affects the bronchi, stimulates cardio-respiratory diseases and may cause cancer.*

*Faced with this problem, the Biología de Sistemas Research Group of the [Faculty of Medicine of the Universidad Pontificia Bolivariana](#), with the co-financing of Minciencias or Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (Ministry of Science, Technology and Innovation), (contract: 693/2017, code 121074455786), is developing the project entitled *In vitro genotoxic biomarkers to assess quality and safety of total particulate matter from diesel mixed with alcohols*, under the direction of professor [Isabel Cristina Ortiz Trujillo](#).*

*For its dissemination and outreach to the general public, a working alliance was made between Parque Explora, the Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, and the Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá. Several research groups such as Biología de Sistemas, Comunicación Urbana (GICU), Salud Pública and Grupo de Investigación y Desarrollo de Aplicaciones en Tecnologías de la Información y la Comunicación (Gidatic), are also participating in this alliance.*

*This interdisciplinary group, in which biology is backed up by urban and communication technologies, aims at determining not only the particulate content of emissions produced by Diesel and its effect on living organisms, but also a way to*

establecer cómo se debe usar) este carburante para que no genere problemas (o al menos los disminuya) en la salud pública. Para ello, se realizaron varias pruebas con el fin de evaluar el potencial mutagénico de los compuestos químicos del diésel, su mezcla de alcoholes (etanol y butanol) y la estabilidad del material genético en bacterias y células humanas (entre los biomarcadores utilizados estaba el test de Ames, el ensayo *cometa alcalino* y el ensayo de *aberraciones cromosómicas*). Los resultados presentaron cambios severos: daños sobre el material genético y mayor actividad genotóxica en los organismos analizados.

Lo anterior llevó a crear un programa de ciencia entre la Universidad Pontificia Bolivariana, el Parque Explora y la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, que enseñó a los jóvenes sobre los efectos del diésel y una manera de controlar sus emisiones a partir de la creación de huertas verticales, en las que las plantas (debidamente cuidadas y escogidas) generarían un efecto positivo contra el mal aire que respiramos. Y, de igual manera, los estudiantes, debido al conocimiento recibido, iniciarían la creación de políticas para el cuidado permanente del medio ambiente, no solo en sus lugares de estudio, sino en sus barrios y en otros espacios habitados por personas y animales. Finalmente, en conjunto con los grupos de investigación GICU y Gidatic, se puso en marcha también la estrategia de [Voces Ciudadanas](#), que trabaja por la creación de una agenda ambiental con la ciudadanía, en busca de estrategias para mejorar la calidad del aire que se respira en el Valle de Aburrá.



*control this fuel (and to establish how it should be used), so it does not generate public health problems (or at least reduce them). To achieve this, several tests were carried out in order to evaluate the mutagenic potential of the chemical compounds that make up Diesel and Diesel mixed with alcohols (ethanol and butanol) and the stability of the genetic material in bacteria and human cells (among the biomarkers used was the Ames test, the alkaline Comet assay and the Chromosomal Aberration test). The results showed severe changes: damage to the genetic material and greater genotoxic activity in the analyzed organisms.*

*This led to the creation of a science program between Universidad Pontificia Bolivariana, Parque Explora and the Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, which taught youth about the effects of Diesel and how to control its emissions by creating garden walls, in which plants (properly chosen and cared for) would generate a positive effect against the bad air we breathe. And, in any which way, due to the knowledge gained, the students are already initiating the creation of policies for the permanent care of the environment, not only in their places of study, but also in their neighborhoods and other spaces inhabited by people and animals. Finally, in conjunction with the GICU and GIDATIC research groups, [Voces Ciudadanas](#) was also launched as a strategy to create an environmental agenda with citizens in search of ways to improve the quality of air we breathe in the Valle de Aburrá.*

## Ciencia que descubre y enseña

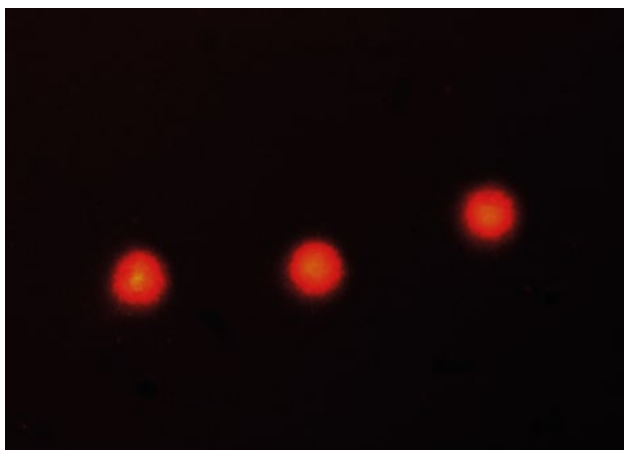
Si un pez muta hasta convertirse en una especie de fantasma de la ópera, algo pasa. Y cuando se descubre qué sucede, qué puede pasar y a qué se debe, debe enseñarse (y comunicarse a la mayoría) cómo disminuir la carga de contaminantes causantes de mutación y así, evitar que el pez mute. Esto es lo que ha hecho el Grupo de Investigación Biología de Sistemas de la UPB, trabajando en equipo (con otras entidades pertinentes), al dar mejores opciones de vida a partir del descubrimiento científico y la enseñanza, cumpliendo con la premisa que define a la ciencia como el cuidado de las cosas que, en consecuencia, es el cuidado de los otros y de lo otro.

La inteligencia se define como leer al interior. Y en este caso, se ha leído dentro del aire para descubrir qué tiene, cómo controlar lo malo, y permitir respirar mejor para que la vida continúe. Goethe, cuando miraba las nubes, se miraba a sí mismo.

## Science that discovers and teaches

*If a fish mutates until it becomes a kind of Phantom of the Opera, something is happening. And when it is discovered what has happened, what could happen and why it is happening, it must be taught (and communicated to the majority) how to decrease the burden of mutation causing pollutants, and thus prevent the fish from mutating. This is what the Biología de Sistemas research group at UPB has been doing, working as a team (with the other relevant entities) providing better life options based on scientific discovery and knowledge, fulfilling the premise that defines science as the care of things, which in consequence is the care of others and of the other.*

*Intelligence is defined as inner reading. In this case, it has been read into the inside of the air to discover what it is made of, how to control the bad, and allow to breathe better so that life continues. Goethe, when looking at the clouds, looked at himself.*



Células analizadas que no presentan daño.  
Analyzed cells which present no damage



## Ficha técnica

**Nombre del proyecto:** Biomarcadores genotóxicos *in vitro* para evaluar calidad y seguridad de material particulado total proveniente de diésel mezclado con alcoholes. (Minciencias código 121074455786, contrato: 693/2017).

**Palabras clave:** Material particulado; Salud ambiental; Biomarcadores; Aire

**Grupo de investigación:** [Biología de Sistemas](#)

**Escuela:** Ciencias de la Salud / **Seccional:** Medellín

**Lider del proyecto:** Isabel Cristina Ortiz Trujillo / **Correo electrónico:** isabel.ortiz@upb.edu.co

## Data sheet

**Name of the project:** *In vitro* genotoxic biomarkers to assess quality and safety of total particulate matter from diesel mixed with alcohols

**Keywords:** Particulate matter; Environmental health; Biomarkers; Air

**Research group:** [Biología de Sistemas](#)

**School:** Health Sciences / **Campus:** Medellín

**Project leader:** Isabel Cristina Ortiz Trujillo / **E-mail address:** isabel.ortiz@upb.edu.co