

## **SensAr: producto innovador, experiencia excepcional**

Alejandro Daniel Nadra

*Departamento de Química Biológica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Universidad de Buenos Aires, IQUBICEN-CONICET, Buenos Aires, Argentina*

anadra@qi.fcen.uba.ar

### **Resumen**

El artículo intenta transmitir el entusiasmo que sirvió como motor, para que un grupo interdisciplinario de estudiantes y docentes de la UBA, lograra construir un biosensor de arsénico basado en biología sintética. En sólo dos años el proyecto evolucionó de las ideas de un conjunto de individuos con intereses diversos, a un prototipo aplicable premiado en el concurso Innovar 2014.

**Palabras clave:** biología sintética; arsénico; biosensor

## **SensAr: innovative product, exceptional experience**

### **Abstract**

The article aims to share the enthusiasm that worked as an engine, for an interdisciplinary group of UBA's students and teachers, to build an arsenic biosensor, based on synthetic biology. In only two years the project evolved from the ideas of a set of individuals with diverse interests to an applicable prototype awarded at Innovar 2014 contest.

**Key words:** synthetic biology; arsenic; biosensor

Como tanta alegría y satisfacción no caben en mí, quisiera compartirlas con los lectores de Química Viva. Pero tanto como describir el proyecto, vale la pena contar el contexto en el que se ha desarrollado, que es parte esencial de esta alegría y satisfacción desbordante. El proyecto académico se enmarcó en una competencia internacional de biología sintética: iGEM (1). En la misma, nuestro proyecto obtuvo una medalla de oro y el premio al mejor modelo teórico. Muy contentos con la distinción, pero convencidos de que el mejor premio era que el biosensor pudiera llegar a la gente, nos pusimos a trabajar en el diseño de un prototipo. Durante 2014 elaboramos la carcasa y propusimos un prototipo de *kit* para la detección de arsénico (2). Con ese empuje, estamos incubando una empresa de base tecnológica, para que ese sueño de inicios de 2013, se convierta en una propuesta de solución concreta para los 4.000.000 afectados en nuestro país. Es decir, que en dos años pasamos de las ideas un conjunto de individuos con intereses diversos, a un prototipo aplicable.

No todo fueron rosas en el camino, pero al final floreció. Dado lo atípico del proyecto (no era mi tema de trabajo, ni mi grupo de investigación, ni tenía recursos asignados) no fue un trayecto allanado pero entre el empuje y entusiasmo de los estudiantes y el apoyo de la de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA) a través de los departamentos de Química Biológica y de Fisiología Biológica Molecular y Neurociencias así como el del MINCYT, la travesía fue muy estimulante.

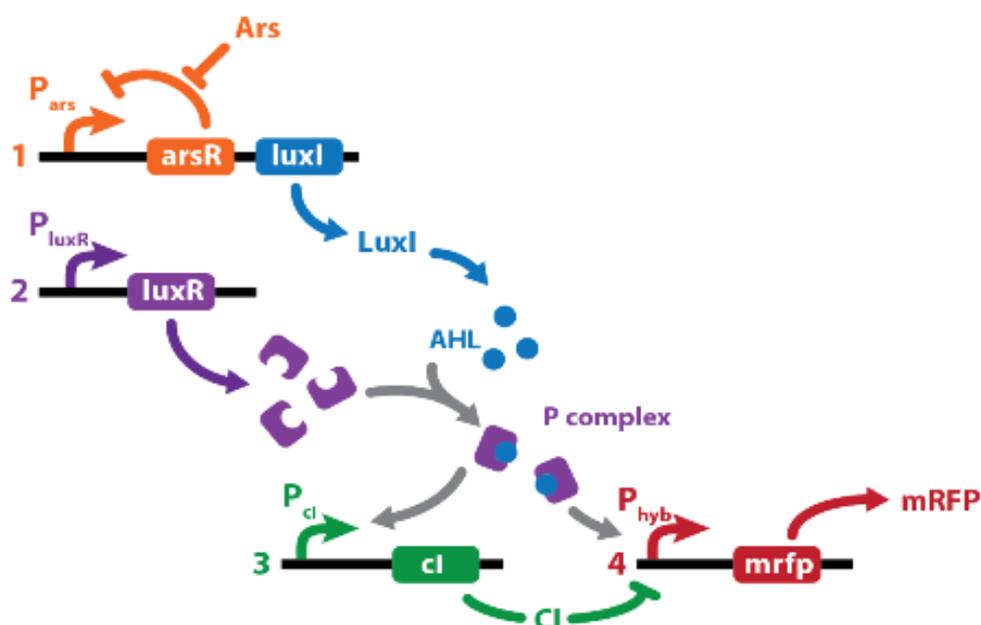
### **El proyecto:**

El acceso limitado al agua potable es un problema grave que tiende a profundizarse con los años. La contaminación que convierte el agua en no-potable, puede variar desde un único tóxico principal (ej: arsénico) hasta una mezcla enormemente compleja de tipos y abundancia de sustancias como las presentes en diversas cuencas hidrográficas (ej: Salí-Dulce, Matanza-Riachuelo entre otras). Dependiendo del tipo de contaminación (complejidad y abundancia) el agua podría ser potabilizada de forma sencilla y a bajo costo. Aun si no fuera posible su potabilización, la información sobre los niveles de contaminantes podría utilizarse fácilmente para modificar pautas de consumo y buscar fuentes alternativas de agua. En la actualidad el acceso a métodos de medición de contaminantes en agua, está limitado por la dificultad en el procesamiento de las muestras y los costos asociados de insumos, personal capacitado y movilidad.

Nuestro objetivo es ofrecer a la población una herramienta económica, que permita advertir al consumidor particular, los posibles contaminantes presentes en el agua que consume diariamente. Utilizando herramientas de biología sintética hemos diseñado un biosensor específico para detectar arsénico en agua de consumo, que será económico y fácil de usar. El diseño del dispositivo es modular y nos permitiría en un futuro, introduciendo pequeños cambios al sistema, detectar otro tipo de contaminantes presentes en agua.

### El dispositivo: la parte biológica

El dispositivo se basa en el uso de bacterias genéticamente modificadas para cumplir la función deseada. Modificamos *Escherichia coli*, una bacteria modelo de laboratorio, y le introdujimos varios genes (Figura 1) para que: i) midan el nivel de arsénico del entorno y ii) respondan cambiando de color. Como el color que generan depende del tiempo, agregamos un circuito genético para limitar la respuesta a un pulso (cuya intensidad depende de la concentración de arsénico, pero idealmente no lo hace del tiempo de medición).



**Figura 1.** Circuito genético de *feed forward* incoherente. Esquema del circuito diseñado por el equipo iGEM Buenos Aires 2013, basado en módulos disponibles en el registro de partes estándar (3). El circuito disocia el sensado (1) de la generación de color (4) e introduce un retraso (2 y 3) en la señal inhibitoria mediada por el gen *cl*, que posibilita tener un pulso de señal (más información en la *wiki* del equipo (4) y en (5)). Las señales estimuladoras se muestran como flechas regulares, mientras que las inhibitorias se muestran como flechas romas.

### El dispositivo: la carcasa física

El sistema propone una plataforma integral, donde está incluido todo lo necesario para realizar el test. Se espera que cualquier usuario con un instructivo basado en imágenes, pueda determinar fácil y rápidamente la presencia del contaminante. Las bacterias se encuentran selladas, lo que las aísla del contacto con el usuario. Más aun, está prevista una cápsula de la lavandina que eliminará las bacterias una vez terminada la medición. La carcasa es liviana, resistente y permitirá un fácil transporte aún a temperatura ambiente.

Una vez definidos los objetivos e iniciados los experimentos nos contactamos con "los diseñadores". Quizás, al principio, la expectativa era transmitirles que carcasa necesitábamos para que ellos la hicieran y, quizás recibir algún comentario de cómo mejorar nuestra idea. Algo así como tercerizar una parte acotada del proyecto. Lo que pasó fue muy distinto: Para hacer bien su trabajo, necesitaban entender qué es lo que estábamos haciendo, cómo, por qué, para quién... se involucraron en el proyecto a la par del resto del equipo. Empezamos a pensar juntos como tenía que ser este dispositivo para ser posible de ser producido y ser usado por sus destinatarios. Incluso tuvimos que re-pensar el sistema biológico para hacerlo más funcional. Nos pusimos a pensar como debería ser una carcasa "genérica" para la nueva generación de dispositivos multifunción basados en biología sintética y que para eso convendría incluso ponernos a investigar en materiales. Por otro lado, la interacción con los diseñadores fue, de alguna forma, salir de las cuatro paredes del laboratorio y empezar a pensar en los demandantes, en los usuarios, en la producción, en las necesidades, de la sociedad como algo concreto. Por último, y no menos importante, el aporte en cuanto a la estética y a la folletería también fue muy relevante. En la FCEN sabemos como generar datos y como analizarlos, pero poco de como presentarlos. De hecho, estamos pensando en hacer un taller inter-pabellones para que, desde estudiantes, aprendamos a entender y potenciar las capacidades de nuestros vecinos.



**Figura 2. Prototipo del sensor de arsénico SensAR.** El usuario debe colocar el agua a evaluar en un pocillo y agua limpia (incluida) en el posillo de referencia. Luego de unas horas se compara el color con la referencia y se distingue por contraste agua presentando menos (amarillo) o más (rojo) arsénico que el nivel de 50 microgramos por litro permitido por la OMS (naranja).

### ¿Cómo funcionaría?

El biosensor se basa en bacterias modificadas genéticamente para que en presencia del contaminante, en este caso arsénico, cambien de color (Figura2). Tiene distintos colores de referencia contra los cuales comparar para saber el nivel de arsénico presente. La idea era que

fuera sencillo como un test de embarazo y que con un instructivo basado en imágenes uno pueda entender cómo usarlo. Su simplicidad, bajo costo y la posibilidad de hacer mediciones *in situ* permitirían al usuario hacer controles regulares de su fuente de agua (principalmente agua de pozo).

### **El premio**

El premio Innovar al producto innovador corona una carrera muy intensa y nos abre la puerta al siguiente desafío. Cuando uno aplica a una convocatoria tiene alguna fantasía de éxito. Sin embargo, al ver la cantidad, diversidad y calidad de proyectos concursando, asumimos la postura de quien humildemente contribuye con su mejor esfuerzo. Gran sorpresa al ganar el primer premio. Enorme! Y nada menos que en la categoría producto innovador. Mucha alegría! Estamos muy orgullosos del premio y del papel que tuvo la FCEN en el concurso. El concurso Innovar es una excelente vidriera para mostrar nuestro trabajo al público y al sector productivo, pero también es un buen "organizador" para proponerse plazos y objetivos en función de un desarrollo e incentivar el trabajo. Haber sido distinguidos entre tantos proyectos excelentes no hizo más que redoblar nuestro entusiasmo y compromiso por materializarlo.

### **¿Quiénes somos?**

El equipo "Buenos Aires 2013" estuvo conformado por estudiantes (Francisco Dorr, Luciano Edmundo Marasco, Inés Lucía Patop, Sebastián Mildiner, Santiago Sosa, Federico Agustín Vignale, Federico Barone y Lucas Vattino) y graduados (Nicolás Nieto Moreno, Alicia Grande, Nicolás Carlotto, Benjamín Basanta, Hernán Bonomi) de FCEN-UBA representando las carreras de Biología, Computación, Física y Química, al que luego se sumaron los diseñadores industriales (Romina Mathieu y Luciana Feo Mourelle y Adrián Teijeiro) de la Facultad de Arquitectura-UBA. La coordinación del equipo estuvo a cargo de Manuel Giménez y el autor de esta nota. Provenimos de distintas áreas del conocimiento y nos desempeñamos en diversos puestos tanto dentro del sistema científico-tecnológico como del universitario pero todos somos entusiastas de la biología sintética y su potencial y creemos que del empuje e ingenuidad de estudiantes motivados pueden surgir cosas maravillosas.

1. Sitio de las competencias iGEM: <http://igem.org/Results?year=2013>
2. Concurso Innovar 2014: <http://www.innovar.mincyt.gob.ar/ganadores-2014/>
3. Registro de partes biológicas estándar: <http://partsregistry.org>.
4. Wiki del equipo iGEM Buenos Aires 2013: [http://2013.igem.org/Team:Buenos Aires](http://2013.igem.org/Team:Buenos_Aires)
5. Nadra AD et al (2014) SensAr: An arsenic biosensor for drinking water. *One Century of the Discovery of Arsenicosis in Latin America (1914-2014) Proceedings of the 5th International Congress on Arsenic in the Environment*. CRC Press 2014. Capítulo 114. Páginas 326-326.

**El autor es profesor e Investigador de CONICET**



ISSN 1666-7948

[www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar](http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar)

Revista **QuímicaViva**

Número 1, año 14, Abril 2015

[quimicaviva@qb.fcen.uba.ar](mailto:quimicaviva@qb.fcen.uba.ar)