

## CONTAMINACIÓN DE AGUA EN EL SUDESTE DE CÓRDOBA. CONCIENTIZACIÓN EN LA COMUNIDAD EDUCATIVA

**Angélica Heredia\*, Silvia Mendieta, M. Eugenia Alvarez, Nancy Bálsamo, Sandra Casuscelli, Monica Crivello.**

*Centro de Investigación y Tecnología Química-CONICET, Universidad Tecnológica Nacional-Regional Córdoba. Maestro Marcelo López esq. Cruz Roja Argentina, Ciudad Universitaria, Córdoba.*

E-mail: [angelicaheredia@gmail.com](mailto:angelicaheredia@gmail.com)

### **Resumen:**

En la localidad de Cintra (Córdoba) y zonas aledañas, el agua para consumo generalmente se extrae desde la red. Sin embargo, en la zona rural se emplean pozos para captar agua de acuíferos, como así también aljibes, que pueden estar fisurados y contaminar el agua que contienen. Continuando el trabajo conjunto con las escuelas de la zona se plantea una propuesta de aprendizaje significativo de la química, empleando técnicas analíticas a muestras de agua de pozos, aljibes y red.

**Palabras claves:** Contaminación, Agua, Análisis Químico.

### **Introducción:**

La provisión de agua para bebida, en diversas regiones de nuestro país, se ve seriamente afectada por la existencia de napas subterráneas contaminadas; ya sea por un elevado contenido de arsénico, alta dureza o presencia de microorganismos [1]. El arsénico es un elemento químico que se acumula en el organismo produciendo hidroarsenicismo; esta enfermedad evoluciona progresivamente pudiendo provocar cáncer a largo plazo.

En cuanto a las enfermedades producidas por microorganismos, en los países en vías de desarrollo, son uno de los motivos más importantes de muerte prematura sobre todo de niños. Normalmente estos microbios llegan al agua a través de las heces de animales de sangre caliente (mamíferos, aves), de la materia fecal de personas infectadas y de otros restos orgánicos.

Dentro de los microorganismos presentes en el agua se encuentra un grupo de Bacterias denominadas coliformes, las que forman cuatro grupos principales: Escherichia, Enterobacter, Klebsiella, Citrobacter. La bacteria Escherichia coli es una de las más conocidas y es la que produce dolor abdominal, diarrea, náuseas, vómitos y fiebre [2].

Por otra parte, el agua puede clasificarse como "blanda" o "dura" según el comportamiento que presenten frente al jabón. El agua es considerada "blanda" si produce espuma con una pequeña cantidad de jabón, mientras que es "dura" si la espuma se obtiene solamente después de un agregado mayor.

La dureza se debe, principalmente, a la presencia de iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , los cuales se combinan con los aniones del jabón (oleatos, palmitatos o estearatos de Na y K) dando compuestos insolubles o jabones de Ca y Mg. Se puede decir que el agua dura "corta al jabón". Las principales sales presentes en agua natural "dura" son bicarbonatos, cloruros y sulfatos de Ca y Mg [3]. Los bicarbonatos alcalino – térreos se descomponen con la temperatura precipitando en forma de carbonatos neutros, como sucede en calderas, artefactos domésticos, etc.

La presencia de los contaminantes mencionados anteriormente no causan un cambio en el aspecto visual del agua, como un indicador de riesgo, lo que dificulta que los habitantes de esta zona tengan conocimiento de los problemas que les puede ocasionar su consumo. Es por ello que se realizó un trabajo en conjunto con la comunidad educativa del IPEM 324 "José Manuel estrada" de Cintra y su anexo rural Chilibroste, para lograr la concientización sobre los riesgos de consumir agua contaminada.

### Descripción de la propuesta educativa:

Se analizó la distribución poblacional de los estudiantes de ambos establecimientos educativos de las localidades de Cintra y Chilibroste (sudeste de la provincia de Córdoba). En la Figura 1 se puede observar que el porcentaje de los estudiantes provenientes de la zona rural, que asisten a los colegios mencionados de ambas localidades, es menor al de la zona urbana. En el sector rural, el empleo de agua de pozo y aljibe es predominante ya que no tienen acceso al agua de red.

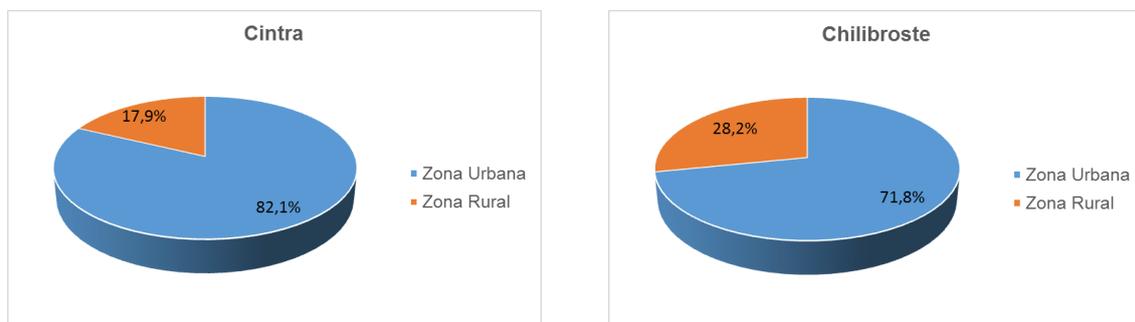


Figura 1: Distribución de la población educativa en los establecimientos de las localidades de Cintra y Chilibroste.

Se realizaron charlas-debate con los estudiantes de las comunidades educativas de Cintra y Chilibroste, con el fin de informar y concientizar sobre la calidad del agua que consumen, proveniente de pozos, aljibes y red. En las mismas participó el médico de la localidad de Cintra, quien les indicó sobre los riesgos provocados en la salud por la ingesta de agua contaminada, especialmente aquellas con alto contenido de arsénico y presencia de microorganismos.

Por otro lado, con el objetivo de transmitir conocimientos científicos a estudiantes de nivel medio de la zona afectada, se realizaron prácticos de laboratorio para determinar dureza, contenido de arsénico y microorganismos en muestras de agua recogidas por ellos. Dichas tareas fueron coordinadas por docentes del nivel medio, investigadores del Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ-UTN-CONICET).

La medición de Arsénico se llevó a cabo mediante el empleo de un Kit “Test de Arsénico” (Fig. 2 a y b), el cual determina su concentración total por medio de una reacción de óxido-reducción. La misma libera gas Arsina que colorea una cinta reactiva, la cual es comparada con una carta de referencia de colores. La Organización Mundial de la Salud [4] establece que el agua de bebida debe contener como límite 10 ppb de Arsénico.

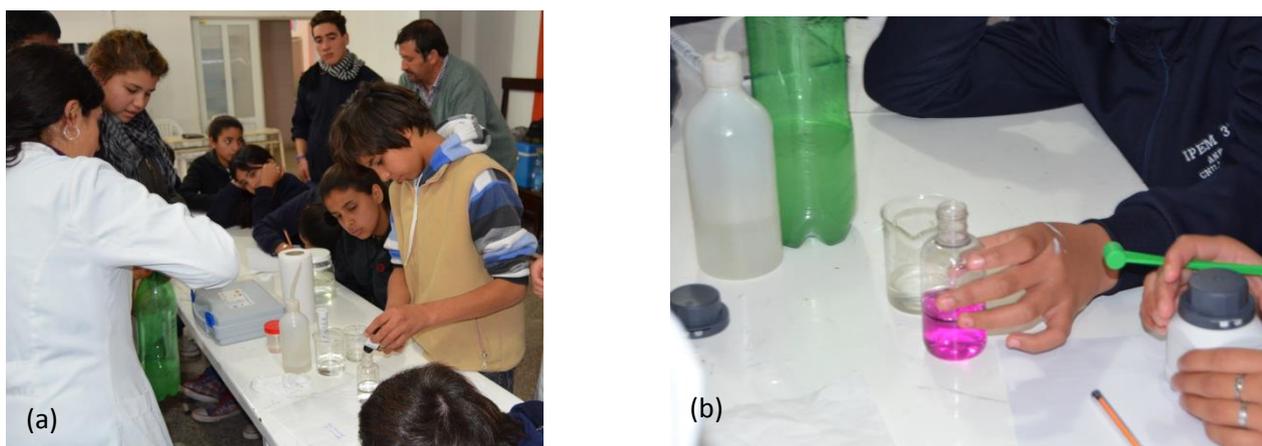


Figura 2: (a) Kit “Test de Arsénico”, (b) Reacción de óxido-reducción

Para el análisis de dureza, las muestras se acidificaron con solución reguladora a pH 10 y se agregó como indicador Negro de Eriocromo-T. La muestra adquiere un color rojo vino debido al indicador, el mismo vira a azul mediante la titulación con una solución de  $\text{EDTAH}_2\text{Na}_2$ .

El Negro de Eriocromo-T, forma un complejo débilmente disociado de color rojo con los iones  $\text{Mg}^{2+}$ , los que al ser secuestrados por el  $\text{EDTAH}_2\text{Na}_2$ , producen un nítido cambio de color de la

solución, de rojo a azul (Fig. 3 a y b). El grado de dureza se determina de acuerdo al volumen de solución  $\text{EDTAH}_2\text{Na}_2$  consumido en la titulación.

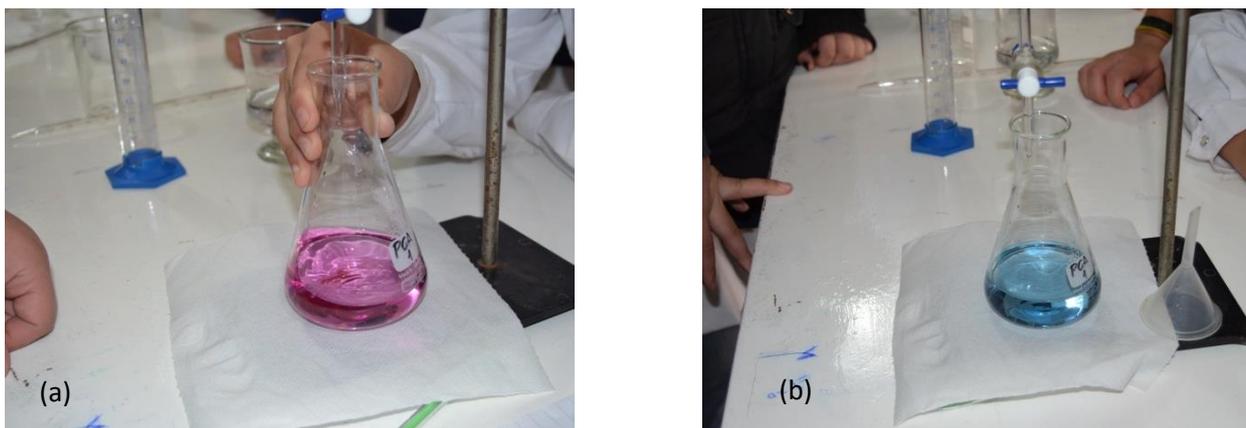


Figura 3: (a) Solución previa a la titulación, (b) Viraje del indicador luego de la titulación

El análisis microbiológico del agua recolectada de las diferentes fuentes, se llevó a cabo mediante la determinación de bacterias coliformes totales. El método de análisis denominado “Número Más Probable” (NMP) se basa en la propiedad que presentan estos microorganismos de fermentar la lactosa, con producción de ácido láctico y gas ( $\text{CO}_2$ ).

Se utilizaron tubos de ensayos, con caldo de cultivo “Mc Conkey”, esterilizados. Se sembraron 10 mL de muestra, empleando una pipeta graduada, los mismos se incubaron a  $37\text{ }^\circ\text{C}$  en estufa de cultivo durante 48 h (Fig. 4 a).

Se consideraron positivos (presencia de bacterias coliformes) aquellos tubos que evidenciaron producción de ácido láctico (cambio de color del medio, virando de liliáceo a amarillento) o gas  $\text{CO}_2$  (que ocupe más del 10% del volumen total de la campanita de Durham) (Fig. 4 b). Para que el agua pueda ser consumida, no deben existir tubos con reacción positiva, ya que la norma indica que el NMP para agua de consumo debe ser menor a 1.

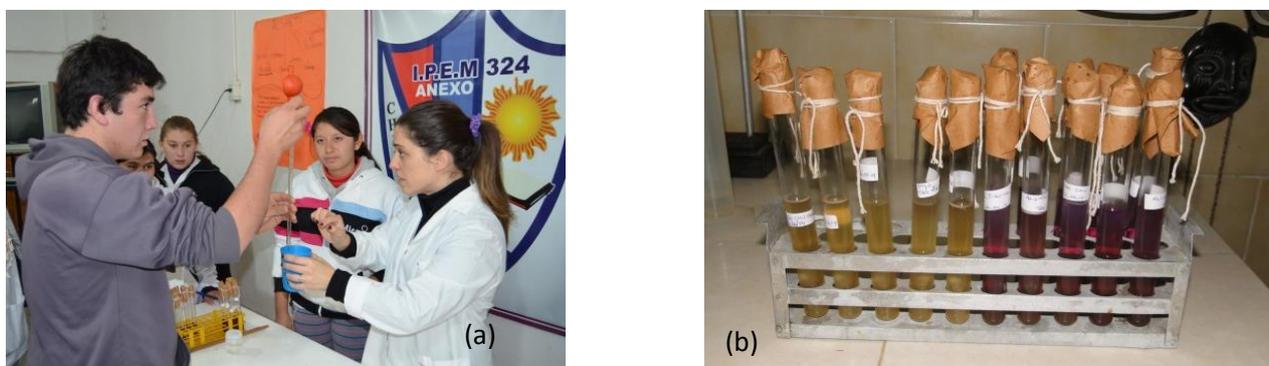


Figura 4: (a) Siembra de la muestra, (b) Resultados positivo y negativo de las muestras

Los resultados de las técnicas empleadas permitieron observar que el contenido de Arsénico en muestras de agua de pozo, superaron la concentración de 10 ppb establecida por la OMS, mientras que las muestras de pozo y aljibe no presentaron presencia de As con el método analítico empleado. En agua de aljibe y red la dureza se clasificó como “blanda” y en agua de pozo entre “semi dura” y “dura”. Por otra parte, el análisis microbiológico arrojó la presencia de bacterias coliformes en muestras de pozo y aljibe, mientras que en agua de red el resultado fue negativo. Debe aclararse que este último análisis puede resultar positivo debido a la contaminación de la muestra por parte del operador inexperto, en este caso los estudiantes, en la recolección o durante el análisis.

## Conclusión

La propuesta presentada tuvo una excelente respuesta, tanto por parte de los estudiantes, como los docentes del nivel medio. Lográndose, por medio del aprendizaje significativo de la química, la

aplicación y el conocimiento de técnicas analíticas en muestras de agua recolectada por los estudiantes de ambos establecimientos.

La experiencia transmitida a la comunidad en general, posibilitó la consolidación de lazos entre los municipios y la Universidad, que se plasmó en la presentación de un Proyecto de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTs) con el fin de solucionar la problemática en la zona.

### **Bibliografía**

[1] M Litter, J. Bundschuh, *Distribución del arsénico en las regiones Ibérica e Iberoamericana*. IBEROARSEN, CYTED, Buenos Aires, **2010**, pág. 5-8.

[2] Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA. AWWA. WEF. 21th edition 2005, Part.1010-B Statistics,1020 Quality Assurance,1030 Data Quality, Part. 1040 Method Development and Evaluation, B 4. Equivalency Testing.

[3] Skoog, West, Holler, *Fundamentos de Química Analítica*. 8º Ed, McGraw-Hill, Madrid, **2005**, pág. 489-490.

[4] World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality (3ª edición), Vol. 1. Recommendations. Geneva: WHO. 2004.