

AGUAcadabra: Una propuesta para acercar la ciencia a las escuelas secundarias

La experiencia que compartimos en este artículo se desarrolló durante el año 2011 con alumnos del Colegio-Parroquial de Miramar y de la escuela Básica Secundaria N° 9 de la ciudad de Mar del Plata. Se trata de dos escuelas a la que asisten estudiantes provenientes de contextos sociales y económicos distintos y que, por ende, presentan diferentes facilidades para acceder a recursos didácticos y materiales que dinamicen el aprendizaje.

Esta experiencia tuvo como objetivo, acercar la ciencia a las escuelas secundarias. Para ello estudiantes de grado y de posgrado en Biología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP) y miembros de la Asociación de Jóvenes Investigadores en Formación (A.J.I.F.), llevamos a cabo un taller en el marco de la XI Semana Nacional de Ciencia y Tecnología organizada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación.

Dicho taller, al que denominamos «**AGUAcadabra: química y vida**», está pensado para chicos de escuelas secundarias y trata de aproximar a los participantes a la ciencia a través de una serie de experiencias sencillas. La temática abordada se basa en «el agua» e incluye actividades que evidencian sus propiedades físico-químicas, así como su importancia para la vida.

¿Cómo surgió la idea desde la Universidad?

El actual desarrollo tecnológico y la complejidad de las problemáticas ambientales, determinan que la formación científica de las nuevas generaciones se torne imprescindible. En este contexto, la enseñanza de las ciencias naturales además de brindarle al alumno conocimientos y respuestas acerca del mundo en el que vive, debería constituir una herramienta fundamental a la hora de formar ciudadanos con capacidades

por Asociación de Jóvenes
Investigadores en Formación
(A.J.I.F.)

ajif.mdq@gmail.com

Asociación de Jóvenes
Investigadores en Formación.

Somos un grupo de jóvenes investigadores en formación que nos planteamos objetivos tendientes a mejorar la etapa de formación académica durante la realización del doctorado. Los mismos apuntan, en líneas generales, a:

- Incrementar la calidad de formación de los doctorandos para una adecuada formación y preservación humana e intelectual.
- Mejorar las condiciones de trabajo (en términos de la relación con su ambiente laboral) de los estudiantes de postgrado.
- Promover la difusión científica a todos los ámbitos de la sociedad.

* Grupo de trabajo que participó del diseño de actividades y desarrollo del taller, conformado por miembros de la A.J.I.F y de la F.C.E.y.N. de la UNMdP: Córdoba, J. P.; Correa Aragunde, N.; Di Meglio, L.; Elissamburu, A.; Fernández, M. B.; Foresi, N.; Gonorazky, G.; Iglesias, M. J.; Lanteri, L.; Martín, M. V.; Mendieta, J.; Negri, P.; Pagnussat, L.; Revuelta, M. V.; Scuffi, D.; Terrile, M. C. y Valiñas, M.

para participar en las decisiones que permiten el desarrollo del sistema científico-tecnológico del país; a fin de democratizar y acercar a la sociedad las responsabilidades sobre su futuro.

A nadie escapa que, en varias ocasiones, se ha cuestionado el aislamiento de la universidad respecto de la sociedad. Entendemos que esta institución, debe reforzar su compromiso con los objetivos de inclusión e igualdad abriéndose a las demandas y problemáticas de la realidad actual, entre ellas la de la educación en todos sus niveles. Razón por la cual decidimos acercar la ciencia a las escuelas secundarias con nuestra propuesta «AGUAcadabra: química y vida».

Como se mencionara anteriormente, el objetivo fue realizar experiencias que evidencien las propiedades físico-químicas del agua (tales como adhesión, cohesión y capilaridad) y discutir su importancia para el desarrollo de la vida. Además, fortalecer la idea del agua como un recurso renovable que debe ser cuidado puesto que todos los organismos vivos de este planeta dependen de ella.

Finalizado el taller, propusimos a los alumnos completar una encuesta con el objetivo de identificar las actividades que más habían disfrutado, así como las ideas relevantes que se llevaban de esta experiencia. También nos interesó indagar sobre sus conocimientos acerca de la universidad y sus planes personales vinculados a continuar una carrera universitaria.

¿Cómo organizamos las actividades?

El taller comenzó con una breve introducción al tema, a partir de la proyección de un fragmento del documental «El viaje del agua» (BBC Worldwide, 2003) que esbozó tanto sus características químicas como su rol en la evolución de la vida en la Tierra. Luego, los alumnos en tres grupos, participaron de las actividades experimentales organizadas en tres estaciones temáticas; iniciando el recorrido indistintamente por una de ellas y rotando entre sí. Las estaciones planteadas fueron: la vida en una gota de agua, visualización de las propiedades físico-químicas del agua y ósmosis a través de membranas biológicas.

Estación 1: La vida en una gota de agua

Dado que el agua es un recurso indispensable para la vida, no sólo de organismos superiores sino también de microorganismos, el objetivo de esta actividad fue identificar y distinguir distintos microorganismos a través de su observación en el microscopio óptico (aumentos de 40 y 100 veces).

Es así que a través de una «simple gota», los participantes pudieron observar numerosos individuos microscópicos tales como: paramecios, rotíferos, diatomeas, oligoquetos y nematodos. Esta experiencia nos permitió guiar el pensamiento de los alumnos hacia el origen



Figura 1: Se observan grupos de alumnos participando de las distintas estaciones del taller AGUAcadabra. En la fila superior (a, b y c) alumnos del Colegio Parroquial San Andrés de Miramar y en fila inferior (d, e y f) alumnos de la Escuela Secundaria Básica Nro. 9.

de la vida en la Tierra y la importancia del agua como medio para su generación y consecuentemente el cuidado de este recurso natural (Figuras 1a y 1d).

Estación 2: Visualización de las propiedades físico-químicas del agua

Por otra parte, el agua es una sustancia que posee ciertas propiedades físico-químicas que la hacen una sustancia única y por lo tanto, imprescindible para la vida. Entre ellas, se destacan la tensión superficial (determinada por fuerzas de cohesión y adhesión) y la capilaridad.

Para visualizar las fuerzas de cohesión, colocamos una gota sobre una sección de papel antiadherente (Para film) y acercamos la punta de una pipeta, previamente humedecida, a la gota para observar qué sucedía. Una vez que los estudiantes interpretaron que las moléculas de agua se atraen entre sí por fuerzas intermoleculares, analizamos el fenómeno de tensión superficial. Para ilustrar esta propiedad, colocamos en un recipiente con agua, clips metálicos y los chicos pudieron apreciar que como consecuencia del fenómeno de tensión superficial, los clips flotaron. Con posterioridad, al agregar detergente, percibieron como estos se hundieron ya que el detergente disminuye la fuerza de atracción entre dichas moléculas.

Por otro lado, demostramos el fenómeno de capilaridad para lo cual, utilizamos dos vidrios muy delgados y colocamos una gota de agua entre ambos de modo que ésta, podría ascender entre ellos. Luego, en cada uno de los grupos analizaron la ocurrencia de la propiedad *in vivo*, colocando un clavel blanco en agua coloreada (Figura 1b). Pasado un tiempo, pudieron observar cómo los pétalos se teñían, puesto que el colorante disuelto en el agua asciende por los vasos de conducción de las plantas mediante capilaridad y por efecto de la presión ejercida debido a la transpiración de hojas y pétalos. A continuación, visualizaron cómo las plantas transpiran, integrando los fenómenos de tensión superficial, cohesión y transpiración, mediante la utilización de un dispositivo denominado potómetro (Figuras 1e y 2). Este, permite estimar la velocidad de pérdida de agua en las plantas causada por la transpiración (Recuadro N° 1). Finalmente, alumnos y docentes relacionamos los conceptos trabajados en las distintas prácticas con el ciclo del agua.

Estación 3: Osmosis a través de membranas biológicas

En esta estación, las acciones las centramos en una de las propiedades de la membrana semipermeable de las células que les permite intercambiar sustancias con el medio extracelular. Específicamente en la ósmosis, considerada como un tipo de transporte pasivo

Potómetro

Se utiliza para medir la tasa de transpiración de las plantas. Consiste en una rama de árbol introducida en un tubo de vidrio con agua, herméticamente sellado. El recipiente de vidrio se conecta a un capilar graduado abierto al exterior. La tasa de transpiración se calcula midiendo la distancia recorrida por la burbuja de aire en función del tiempo (Figura 2).



Figura 2: Potómetro utilizado por los estudiantes para estimar la velocidad de pérdida de agua en las plantas causada por la transpiración en el desarrollo de las actividades de la Estación N° 2 durante el taller.

de agua (sin gasto de energía) a través de una membrana semipermeable, la cual posibilita el paso de algunas sustancias y de otras no.

Esta experiencia, la desarrollamos tanto con una célula animal como con una vegetal. En el primer caso, colocamos huevos de gallina en vinagre durante una noche para que la cáscara se desprendiera y quedara expuesta la membrana semipermeable. Luego transferimos un huevo a una solución, conteniendo una alta concentración de azúcar (jarabe de glucosa) o a una solución de agua destilada y los alumnos registraron la variación del peso en el tiempo (Figuras 1c y f). En el caso de la ósmosis en una célula vegetal, colocamos un fragmento de

alga (*Elodea canadensis*) en contacto con una solución salina o con agua destilada y luego, observamos al microscopio óptico (aumentos de 100 veces del tamaño real) los cambios en la turgencia celular (hinchazón o encogimiento celular).

Una vez finalizado el recorrido por las distintas estaciones, en un ámbito de discusión y con la ayuda de una proyección guiada que retomaba los resultados obtenidos en cada actividad, los alumnos fueron capaces de plantear hipótesis que permitieron explicar los distintos fenómenos observados y arribar a diferentes conceptos relacionados con las propiedades del agua, así como reflexionar acerca de su cuidado e importancia para la vida. Como cierre, entregamos una síntesis de los resultados y lo discutido en el taller en forma de lámina (Figura 3) para que los estudiantes las socialicen en sus respectivas instituciones educativas.

¿Cuál fue la respuesta de los alumnos?

En general, la respuesta de los estudiantes fue entusiasta y motivadora. Manifestaron asombro y curiosidad con cada una de las actividades, aunque en particular dos de ellas que se plantean a continuación, merecieron especial atención y generaron el mayor interés.

La experiencia que más los impactó, fue la observación de microorganismos en movimiento en una gota de agua a través del microscopio; instrumento que no todos conocían. Esto pudimos verlo reflejado en las frases plasmadas en las encuestas tales como: *lo que me dejó pensando es el microscopio porque desde una gota tan pequeña podemos ver organismos re chiquitos*. Además, la colaboración en la preparación de las muestras, incrementó el interés y el entusiasmo por la actividad y así los estudiantes se sintieron partícipes de descubrir y ser parte responsable en la obtención de resultados. Esta invitación al momento de hacer las actividades, fue una decisión muy positiva de nuestra parte que generó respuestas favorables en todas las estaciones.

Otra de las prácticas que asombró a los alumnos, fue la vinculada al fenómeno de ósmosis, puesto que les permitió tomar conocimiento de que el huevo, tan familiar en la vida cotidiana, está compuesto por una única célula y es un excelente modelo de membrana biológica.

Si bien estas estaciones fueron las que más movilizaron a los estudiantes, el resto de las experiencias también contribuyeron a la construcción de los conceptos asociados. Independientemente del orden en que cada grupo las recorrió, fue notable cómo aplicaban los conocimientos de las actividades anteriores

para la realización de las nuevas prácticas. La discusión grupal final, ayudó a la integración de los contenidos desarrollados.

Más aún, resultó muy gratificante escuchar los comentarios de los profesores a cargo de los cursos que participaron del taller en ambos grupos, los cuales destacaron el interés inusual presentado por los estudiantes (dado que no se retiraron del aula en ningún momento y participaron activamente). En particular, los de la escuela pública N° 9, enfatizaron ante los alumnos la importancia de este acercamiento de la universidad a sus aulas.

Dos contextos, dos realidades para una misma propuesta

Los contextos sociales en los cuales se enmarcan los dos grupos que participaron en el taller son notablemente distintos. Por un lado, el equipo del Colegio Parroquial de San Andrés de Miramar, estaba compuesto por estudiantes de los últimos años del nivel medio con orientación en Ciencias Económicas y en su mayoría, de clase media. Gran parte de ellos, tenían intenciones de comenzar el nivel superior; comentarios que plasmaron en las encuestas realizadas. Por otro lado, los participantes de la escuela pública N°9 se encontraban cursando los últimos años del secundario y provenían de barrios de alta vulnerabilidad económica y social de la ciudad de Mar del Plata. En ellos, era notable la menor oportunidad e intención de continuar los estudios que manifestaban los educandos. A modo de ejemplo, una de las respuestas obtenidas al preguntar *¿Qué pensás hacer al terminar el secundario?* fue...*me gustaría ser peluquera, también me gusta algo de biología....pero nunca se sabe a donde nos llevan los giros que da la vida*.

Dado que el taller con el alumnado de la escuela de Miramar se realizó en la universidad, cuando llegaron al aula preparada a tales efectos, se los notó sorprendidos al entrar al salón con microscopios, elementos de laboratorio, sillas, pantalla de proyección e investigadores. Todos, en mayor o menor medida, pudieron reconocer los elementos de uso rutinario en un laboratorio. Sin embargo, cuando ingresamos a la escuela pública de Mar del Plata con todo el equipamiento (5 microscopios, proyector, pantalla, notebooks, sistema de audio, balanzas) se produjo un gran alboroto y estudiantes de diversos años nos preguntaban acerca de lo que habíamos traído, solicitando que les explicáramos qué eran los microscopios y qué haríamos, por ejemplo, con los vasos de precipitado que contenían huevos de gallina.

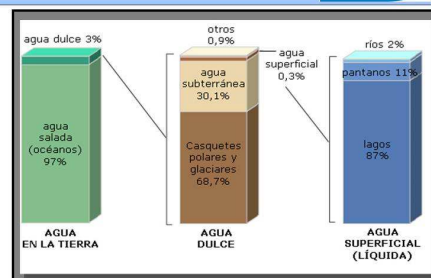
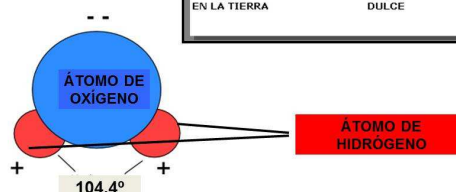
A este grupo, lo advertimos entusiasta y expectante, preguntando si el taller se realizaría en su aula o si podían participar con el grupo de alumnos designado por el profesor, para



El agua es una molécula inorgánica formada por dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O). La misma, cubre aproximadamente tres cuartas partes de la Tierra y constituye entre el 50 y 95 % del peso de los seres vivos. La vida comenzó en este planeta en el agua, y actualmente, dónde hay agua líquida, hay vida.

Estructura química de la molécula de AGUA

Determina sus
propiedades



Tensión superficial (debidas a la adhesión y cohesión)	Capilaridad	Imbibición	Resistencia a los cambios de temperatura (capacidad calorífica)	Vaporización	Congelamiento
	Propiedad de los líquidos que depende de su tensión superficial (la cual a su vez, depende de la cohesión o fuerza intermolecular del líquido), que le confiere la capacidad de subir o bajar por un tubo capilar.	Absorción o penetración capilar de moléculas de agua en sustancias como la madera o gelatina, que como resultado de ello se hinchan.	2do índice de capacidad calorífica más alto. - Esto permite que los organismos acuáticos habiten un ambiente de temperatura relativamente constante.	- Alto calor de vaporización. - La evaporación proporciona uno de los principales medios de liberación del exceso de calor y estabilización de la temperatura corporal.	- Cuando el agua líquida se congela, se expande, por lo que el hielo posee una menor densidad que el agua líquida y flota. Esto hace que las grandes cantidades de agua se congelen de arriba hacia abajo. - La capa de hielo flotante tiende a proteger a los organismos acuáticos manteniendo la temperatura del agua en el punto de congelación o por encima de él.

¿Qué actividades realizamos para visualizar las propiedades del agua?

Tensión superficial	Capilaridad	Observación de microorganismos en una gota de agua																						
		<table border="1"> <tr> <td>Marinos</td> <td>Radiolarios (protozoo)</td> <td>Foraminífero (protozoo)</td> </tr> <tr> <td>Agua dulce</td> <td>Pulg de agua (artrópodo)</td> <td>Vorticella (protozoo)</td> </tr> <tr> <td>Marinos o de agua dulce</td> <td>Paramecio (protozoo)</td> <td>Euglena (protozoo)</td> <td>Gastrotrico (protozoo)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Heliozoo (protozoo)</td> <td>Dinoflagelados (protozoo)</td> <td>Rotífero</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Oligoqueto (anélido)</td> <td>Planaria (platelminto)</td> <td>Nematode</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Diatomea (protozoo)</td> <td>Ameba (protozoo)</td> </tr> </table>	Marinos	Radiolarios (protozoo)	Foraminífero (protozoo)	Agua dulce	Pulg de agua (artrópodo)	Vorticella (protozoo)	Marinos o de agua dulce	Paramecio (protozoo)	Euglena (protozoo)	Gastrotrico (protozoo)		Heliozoo (protozoo)	Dinoflagelados (protozoo)	Rotífero		Oligoqueto (anélido)	Planaria (platelminto)	Nematode			Diatomea (protozoo)	Ameba (protozoo)
Marinos	Radiolarios (protozoo)	Foraminífero (protozoo)																						
Agua dulce	Pulg de agua (artrópodo)	Vorticella (protozoo)																						
Marinos o de agua dulce	Paramecio (protozoo)	Euglena (protozoo)	Gastrotrico (protozoo)																					
	Heliozoo (protozoo)	Dinoflagelados (protozoo)	Rotífero																					
	Oligoqueto (anélido)	Planaria (platelminto)	Nematode																					
		Diatomea (protozoo)	Ameba (protozoo)																					
<table border="1"> <tr> <th>Células vegetales</th> <th>Célula animal</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	Células vegetales	Célula animal																						
Células vegetales	Célula animal																							

El agua es un recurso renovable indispensable para todos los seres vivos. Sin embargo, su uso indiscriminado así como la contaminación la pueden convertir en un recurso agotable. ¡Cuidemos al agua!



Figura 3: En esta lámina, se puede apreciar una síntesis de los resultados y lo discutido durante las actividades realizadas en AGUAcadabra. Fue entregada al grupo de alumnos al finalizar el taller con el objetivo de socializar lo vivenciado en sus respectivas instituciones educativas.

llevarlo a cabo. Por otra parte, cuando ingresamos a la sala pensamos que no íbamos a poder realizar la actividad, mirando hacia el único enchufe que disponía y que se encontraba a dos metros de altura. No obstante, gracias a la buena predisposición del profesor para conseguir los elementos necesarios, el taller se desarrolló sin inconvenientes lo que nos demostró que con buena voluntad se puede acercar la ciencia a cualquier contexto.

Acercar la universidad a las escuelas

Las distintas realidades observadas en ambas instituciones nos hace pensar en la importancia de acercar la universidad a las escuelas públicas para tratar de disminuir la brecha de información y posibilidades que se abre cuando la situación social es difícil y compleja. Para ilustrar esta situación, gran parte de los chicos de la escuela N° 9 no tenían conocimiento del lugar en el cual está la Universidad Nacional de Mar del Plata y que la misma es gratuita. De acuerdo a las encuestas analizadas, la perspectiva de seguir estudiando una vez concluido el nivel secundario fue muy baja. Razón por la cual, creemos que las actividades de difusión y extensión tendrían que ser un nexo que garantice la continuidad de información y conocimiento entre las escuelas y la universidad. Si bien es interesante destacar que en los últimos años se le ha asignado una mayor importancia a las actividades de extensión, lo que se evidencia específicamente en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNMDP en diversos proyectos en desarrollo, dirigidos a estudiantes de diferentes niveles educativos. Aún así, consideramos necesario un trabajo sostenido en el tiempo en el diseño de mecanismos que permitan una mayor articulación entre la universidad y la escuela media, en pos de mejorar la enseñanza de las ciencias.

Asimismo, como investigadores, formadores sociales y generadores de conocimiento, no podemos desentendernos de que los alumnos de colegios secundarios, tomando como referencia lo vivido en estas instituciones, desconozcan la universidad y no reciban al respecto una orientación adecuada por parte de los docentes de ambos niveles o de sus familias que les permitan pensar en cursar estudios superiores. El acercamiento del conocimiento a la sociedad, así como la interacción del investigador en otros ámbitos educativos colabora con la inclusión social. En consecuencia, consideramos que ha de pensarse seriamente en la difusión del conocimiento y en la interacción universitaria con las escuelas públicas.

Como primera experiencia en la que intentamos acercar la ciencia a las escuelas, destacamos la satisfacción de haber logrado transmitir en un lenguaje sencillo, contenidos básicos de importancia para la vida, vinculados a una sustancia tan fundamental como es el agua. En este sentido, el esfuerzo fue totalmente retribuido al observar los resultados alcanzados. Esperamos poder participar el año próximo de la Semana de la Ciencia, a fin de continuar enriqueciendo el intercambio necesario entre la universidad y las escuelas públicas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dra. Carmen Segarra por la colaboración en el taller y a los profesores de las escuelas Gustavo Hernández y Marcelo Basso por su predisposición.

Bibliografía

El viaje del agua. 2003. Documental BBC Worldwide. Disponible en: <http://downcargas.com/2012/01/21/el-viaje-del-agua-2003-documental-bbc/>



SECCIÓN RELATANDO EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS

Si usted es docente y/o investigador y desea difundir su trabajo en esta sección, contáctese con María Teresa Ferrero, responsable de la misma. (mtferreroroque@uolsinectis.com.ar)