

## **WWW: WHERE TO ASK, WHAT TO KNOW AND WHY TO INFORM ABOUT RADIOACTIVITY**

**Montes, M.L.<sup>1</sup>, Damonte, L.C.<sup>1</sup>, Errico, L.A.<sup>1,2</sup> y Taylor, M.A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Física La Plata-CONICET. Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas UNLP, La Plata

<sup>2</sup> Universidad Nacional del Noroeste de la Pcia. de Buenos Aires (UNNOBA)

<sup>3</sup> Instituto de Física La Plata-CONICET. Facultad de Ingeniería UNLP, La Plata

### **RESUMEN**

La opinión del ciudadano sobre la energía nuclear está fuertemente dividida, a favor o en contra. La mayoría de las personas tienen miedo de la radioactividad, sobre todo por la falta de información o por la información errónea o incompleta brindada en los medios de comunicación. En general, los medios hacen referencia a “radiación mortal”, independientemente del tipo y actividad, siempre asociada con catástrofes. El ciudadano asocia la palabra radioactividad con las bombas de Hiroshima y Nagasaki y los accidentes nucleares de Chernóbil y, el más recientemente sucedido, de Fukushima. ¿Por qué tienen esta percepción? ¿Cuánto de esta idea está ligada a la falta de conocimiento?.

El GISDRAMA (Grupo de Investigación y Servicios de Radiactividad en Medio Ambiente) ofrece desde el 2005 un espacio abierto donde informarse acerca del tema radioactividad. El principal objetivo del grupo es proveer información fidedigna para ayudar en la comprensión de la radioactividad, qué es, dónde está y en qué circunstancias puede ser peligrosa. El interés del grupo es también crear un puente entre la escuela, la sociedad y la universidad, que contribuya a fortalecer los lazos entre quienes hacen la investigación y la sociedad.

La estrategia planteada incluye visitas al “Laboratorio de puertas abiertas” donde se brindan charlas a alumnos de escuelas primarias, secundarias y terciarias como también a cualquier ciudadano interesado en asistir. Para el caso de alumnos de escuelas secundarias se plantea la posibilidad de realizar una pequeña experiencia de investigación. Además se ofrecen talleres destinados a profesores donde se presentan los conceptos básicos de la radioactividad y se proponen actividades para realizar en el aula. Este conjunto de actividades permite así generar multiplicadores de la información, además de desmitificar la palabra radioactividad, remarcando que ella se encuentra siempre presente en el medioambiente y discutiendo sus usos beneficiosos. La visita al laboratorio sirve también como un primer contacto de los estudiantes con el sistema científico, ayudándolos en la futura elección de carrera universitaria.

### **ABSTRACT**

Public opinion regarding nuclear energy production appears to be strongly polarized. Nearly identical amount of citizens express support for nuclear energy and opposition to. Mainly people are fearful of radiation. Media have fostered mindset that all radiation is harmful, always referred to as “Deadly Radiation” regardless of the amount. Radioactivity is always associated with catastrophes like the Hiroshima and Nagasaki bombs and the Chernobyl and Fukushima accidents. Why have people this perception? Fear arises some times because of lack of knowledge about what radiation is.

The GISDRAMA group (Grupo de Investigación y Servicios de Radiactividad en Medio Ambiente) offers since 2005 a place where to ask, informing what to know and discussing why to inform about radioactivity.

The objective of the developed activities is to provide people trustworthy information to understand what radioactivity is, where it can be found and when represents risks. In this frame, the group is interested on building a bridge between school, society and university.

The selected strategy is to offer the possibility of visiting the “Open access laboratory” and to attend talks devoted to school student and citizens. For high- school students the participation of short research experience is also proposed. Moreover, workshops promoting basic technical feature about radioactivity and some classroom activities for school teacher are performed. The selected approach turns students and teachers into knowledge

---

<sup>1</sup> E-mail del primer autor: [lmontes@fisica.unlp.edu.ar](mailto:lmontes@fisica.unlp.edu.ar)

multipliers. In addition, this tactic demystifies the radioactivity concepts, remarking its ubiquitous presence in the environment and discusses their benefit uses.

Additionally, the visit to the laboratory can be considered as the first contact of the student with the scientific system, helping them in the future selection of degree studies related with the sciences.

## 1. INTRODUCCIÓN

Cuando la radioactividad fue descubierta produjo un gran impacto en la sociedad y muchos de los productos más utilizados en la vida cotidiana (agua mineral, cremas, pasta dental, labiales, chocolates, etc.) fueron modificados añadiéndoles elementos radioactivos, como el  $^{226}\text{Ra}$  o el  $^{232}\text{Th}$  con el objeto de dotarlos de propiedades mejoradas. Con el correr de los años y el aumento del conocimiento acerca de los posibles daños que puede producir la radioactividad sobre los seres vivos, estos productos fueron retirados del mercado. Los bombardeos atómicos en agosto de 1945 sobre Hiroshima y Nagasaki y los posteriores ensayos de armas nucleares realizados en todo el planeta cambiaron radicalmente el pensamiento de la población acerca de la radioactividad [1], que se profundizó aún más luego del accidente nuclear producido en la central del Chernóbil, en 1986 [2]. El reciente accidente en la Central nuclear de Fukushima, ocurrido luego del terremoto y el posterior tsunami de 2011, trajo aparejada nuevamente la discusión sobre el uso de material radioactivo para la generación de energía [3].

En este marco, la percepción que tiene la población acerca de la radioactividad está dividida. Las opiniones negativas, muchas veces están influenciadas por desconocimiento, falta de información fiable sobre el tema o por los pre-conceptos adquiridos por recibir información incompleta o errónea [4-6]. Al mencionar la palabra radioactividad, la mayoría de las personas asocian la misma con peligro y con la generación de energía eléctrica, desconociendo la gran cantidad de usos que tienen los materiales radioactivos en la industria convencional y en la medicina [7]. Es aún menos conocido el hecho que todos los seres vivos están expuestos continuamente a la radioactividad. Así, transmitir a la población los conocimientos básicos relacionados con la radioactividad, para que cuenten con información fiable y puedan discernir a la hora de tener acceso a la información y/o a la hora de forjar su propia opinión es de fundamental importancia [8]. El GISDRAMA propone un lugar donde acercarse, preguntar y debatir sobre el tema radioactividad en el Medio Ambiente. Desde 2005 el grupo ha llevado adelante este trabajo de divulgación siguiendo varias estrategias de abordaje que se presentan a continuación.

## 2. METODOLOGÍA

Para contribuir a brindar a la población respuestas a las inquietudes acerca del tema radioactividad en el medioambiente, el GISDRAMA ha llevado y lleva a cabo diferentes tareas de divulgación. Las herramientas empleadas se desarrollan según el grupo al que son dirigidas.

Para el desarrollo de las diferentes estrategias se distinguen cuatro grupos, los cuales tienen características propias en relación a su formación/conocimiento científico:

- a) alumnos de escuelas primarias (entre 6 y 12 años) con escaso conocimiento científico, en general vinculado a las ciencias naturales básicas.
- b) alumnos de escuelas secundarias (12 a 18 años) y universitarios en su formación de grado con algún conociendo científico más cercano a la estructura de la materia. En el caso de los alumnos universitarios con alguna formación específica en el área de interés.
- c) Docentes de escuelas de todos los niveles con algún conociendo científico.
- d) Público en general con dispar conocimiento científico.

El acercamiento a los diferentes grupos se realiza desarrollando actividades que son implementadas por el grupo en el marco del proyecto de “laboratorio de puertas abiertas”, escuelas, reuniones científicas o eventos convocados por organizaciones gubernamentales o sociales.

Las actividades desarrolladas son:

- i) visitas al laboratorio.
- ii) desarrollos de proyectos de investigación cortos.
- iii) talleres de especialización.
- iv) charlas de divulgación.

Cada una de las actividades anteriores involucra un proceso de adquisición de los conocimientos básicos para desarrollar la actividad planteada que se encuentra acorde al grupo al cual es dirigida y pueden resumirse según:

i) Las visitas atendidas en nuestro laboratorio son desarrolladas de una manera informal, con los alumnos y docentes sentados en el piso, tratando de generar un espacio donde el rol docente- alumno se diluya y donde no exista un discente- educador. Este planteo es orientado a que se pierdan las barreras que inhiben al alumno a expresar conceptos “erróneos”. Estas visitas están dirigidas a aquellos grupos identificados como *grupos a y b*, incluyendo también en las mismas a los docentes acompañantes de los alumnos. También pueden ser parte de estas visitas (en forma independiente) los *grupos c y d*.

Desde el inicio de la visita se invita a los participantes a construir en conjunto las respuestas a las siguientes preguntas:

¿Qué es la radioactividad?

¿Dónde está? ¿Quién la puso ahí?

¿Cómo la “veo”?

¿Es peligrosa?

¿Para qué se utiliza?

La estrategia empleada para obtener las respuestas depende del grupo en cuestión. Cuando los concurrentes pertenecen a los *grupos b, c y d*, las respuestas se construyen sobre la base de trabajar los preconceptos. Se propone una pregunta y se invita a dar las respuestas que se animen, intercambiando conceptos se alcanza la respuesta más adecuada.

Cuando los participantes son miembros del *grupo a*, la construcción de las respuestas a las preguntas formuladas se alcanza a través de juegos, actividades, material didáctico, etc. A los efectos de construir las respuestas que aportan al saber en torno a la radioactividad, se hacen uso del conocimiento de los chicos de dibujos animados o películas que utilizan el tema de radioactividad en sus argumentos, como ser Los Simpson, el increíble Hulk, los cuatro fantásticos, etc. Los recursos empleados para la comprensión de los conceptos de inestabilidad nuclear y decaimiento radioactivo utilizan elementos fáciles de construir, plausibles de ser utilizado por los docentes en el aula, Con este fin se construyen pelotas huecas de colores llenas con esferas de dos colores diferentes que representan al núcleo atómico y sus constituyentes (protones y neutrones). Estas esferas donde el número de esferas “protones” determina el color de la pelota “núcleo” pueden almacenar tantas esferas “neutrones” como se quiera. Este trabajo permite también incorporar los conceptos de que la dosis depende del tipo y cantidad de radiación a la que un individuo se encuentra expuesto (cantidad de pelotitas que le llegan, tamaño de las mismas, etc.).

En caso de ser posible se usan, como ocurrió en 2011 cuando tuvo lugar el accidente en Fukushima, Japón, noticias de actualidad para abordar el impacto de la radioactividad en el ambiente y la distinción entre lo que se conoce como radioactividad natural y artificial.

En todos los casos se busca que al concluir la visita los participantes vuelvan a sus hogares con una idea enriquecida de que es la radioactividad y todo aquello que esta palabra involucre.

ii) En el caso de los proyectos cortos de investigación, los mismos están orientados a alumnos del *grupo b*. Durante la ejecución del proyecto se desarrollan tareas de medición de alguna matriz ambiental o alimento de interés, el cuál fue consensuado con el participante del proyecto. Para un mejor aprovechamiento, se brinda al participante un breve curso donde se discuten los temas básicos necesarios para el desarrollo del trabajo. Este breve curso es desarrollado de manera totalmente personalizada y adecuado a la formación particular del alumno. El trabajo involucra la participación de un docente perteneciente a la escuela de origen del alumno. Al finalizar el trabajo se incentiva a los alumnos a divulgar su trabajo sea a través de una charla en el colegio o participando en las ferias de ciencias.

iii) Los talleres de especialización son dirigidos al *grupo c*. En este grupo se pueden encontrar docentes con formaciones disimiles en relación de la estructura de la materia. Por este motivo los talleres se inician con un curso corto en el que se abordan temas tales como: reseña histórica, estructura de la materia, radioactividad, decaimiento radioactivo, vida media, dosimetría, radiación y medioambiente, etc. Una vez discutidos los conceptos básicos se realizan algunos trabajos de laboratorio sencillos en los cuales se determinan dosis con la utilización de un detector de Geiger Müller y se analizan espectros de muestras emisoras gamma sea con un detector de NaI o un detector de Germanio. Dado que los talleres son dedicados a docentes, se plantean y discuten actividades que puedan ser desarrolladas en el aula y faciliten a los alumnos el aprendizaje de los temas discutidos.

iv) Las charlas de divulgación se estructuran siempre con un bloque sencillo de conceptos básicos y un bloque en el que se presenten cuestiones actuales que pueden surgir de noticias de diarios. Las mismas se desarrollan en un tiempo acotado (entre 45 minutos y una hora) dejando tiempo para debates posteriores a la charla.

### 3. RESULTADOS

El grupo GISDRAMA ha desarrollado las actividades mencionadas ininterrumpidamente desde el año 2005. A la actualidad han participado de las actividades más de 3000 alumnos, 250 docentes y aproximadamente 100 personas del público en general (este último número corresponde a los participantes sólo en reuniones formales).

De las actividades propuestas pueden destacarse los siguientes logros:

- En el caso de las visitas a las que concurrieron miembros de los *grupos b, c y d*, la participación de los mismos siempre resultó muy dinámica, favoreciendo que en la construcción de los conceptos interviniesen todos los concurrentes, aún aquellos con menos actitud participativa. La relevancia del monitoreo ambiental es abordada desde la perspectiva del control radiológico, sin embargo los conceptos resultan trasladables a otros procesos de control ambiental. Este enfoque permite al participante construir una idea que lo ayuda a discernir situaciones donde existe contaminación de aquellas en las cuales un elemento esté presente de manera natural. Estas construcciones son fundamentales dentro de la participación responsable de la ciudadanía en la elaboración de leyes y mecanismos de control ambiental.

En algunos casos las visitas constituyeron el primer encuentro de los participantes con el sistema científico argentino, permitiendo a los estudiantes dialogar de manera informal con los actores de la investigación nacional (investigadores, becarios o técnicos participantes del GISDRAMA). Este vínculo ha favorecido la participación de estudiantes en otras actividades propuestas como ser las del tipo ii y también ha

sido útil a la hora de despertar vocaciones científicas.

Es interesante destacar en este punto la experiencia manifestada por un docente que visitara el laboratorio acompañando a alumnos pertenecientes a una escuela rural próxima a la ciudad de La Plata. Finalizada la visita, a la cual sólo concurren los varones del curso ya que las niñas no contaron con la autorización de los padres para trasladarse al centro de la ciudad en ómnibus, la docente agradeció la oportunidad de que sus alumnos pudieran visitar, aunque sea una vez en su vida, el ámbito universitario. La docente destacó que este tipo de actividades podría despertar la inquietud de alguno de sus alumnos de iniciar una carrera universitaria.

- Vinculadas a las visitas dirigidas al *grupo a*, la estrategia planteada para abordar los conceptos que se desprenden de las mismas preguntas ejes demanda un abordaje muy diferente tal y como fuera explicado en metodología.

Como “recuerdo” de la visita a nuestro laboratorio y después de haber entendido que todos somos radioactivos, se invita a los pequeños visitantes a convertirse esta vez en un ser radioactivo de película tomándose una fotografía como el increíble Hulk. Así distinguimos entre el ser radioactivo natural (ellos) y aquel de película.

- El conjunto de docentes que asistieron a los talleres formativos o a las visitas al laboratorio manifestaron opiniones muy positivas relacionadas a las actividades desarrolladas. Aún en el caso de docentes habituados a dictar clases sobre el tema la experiencia resultó enriquecedora, sea por la introducción de nuevos conocimientos, sea por el aporte de herramientas didácticas que podrían aplicarse en el aula a la hora de discutir los conceptos. El vínculo establecido con muchos de los participantes continúa hoy en día.
- Cuando la agenda lo permite, se invita a los docentes participantes del taller a ser espectadores de las visitas al laboratorio, de manera que puedan observar cómo se construyen los conceptos con la metodología propuesta de pregunta-respuesta no formal.

#### 4. CONCLUSIONES

La gran demanda de visitas por parte de escuelas de todos los niveles pone de manifiesto el interés en el tema de la radioactividad en el medio ambiente y evidencia el éxito del grupo en la búsqueda del puente universidad-sociedad.

Las visitas realizadas no solamente permiten instruir a los concurrentes en el tema planteado, sino que además se convierten en multiplicadores de la información, ampliando así aún más el conocimiento impartido.

En cuanto a los talleres, los conocimientos y propuestas pedagógicas a las que acceden los docentes contribuye al aprendizaje de los alumnos, acercándolos a su vez al quehacer científico.

Finalmente, la realización de proyectos de investigación permite acercar a los alumnos (quizá por primera vez) al mundo de la investigación científica, forjando así posibles vocaciones científicas y sin ninguna duda multiplicadores de información.

#### 5. REFERENCIAS

1. Kofoed, M, H. The Hiroshima and Nagasaki bombs: role-play and students' interest in physics, *Physics Education* 41 (6) pp. 502-507 (2006)

2. González, A. J. CHERNOBIL, quince años después, *Seguridad Radiológica, Revista de la Sociedad Argentina de Radio protección*. **20**, pp. 33-42 (2000)
3. Desimoni, J., Taylor, M., Errico, L., Montes, M.L, “La crisis nuclear en Japón: análisis y Reflexiones”  
[http://descubriendo.fisica.unlp.edu.ar/descubriendo/index.php/La\\_crisis\\_nuclear\\_en\\_Jap%C3%B3n:\\_an%C3%A1lisis\\_y\\_reflexiones](http://descubriendo.fisica.unlp.edu.ar/descubriendo/index.php/La_crisis_nuclear_en_Jap%C3%B3n:_an%C3%A1lisis_y_reflexiones) (2011)
4. Pretre, S., Átomo, simbolismo y sociedad, traducción al español María Rosa del Rio Hugueta, Edición: Mónica Nosetto, *Seguridad Radiológica, Revista de la Sociedad Argentina de Radio protección*. **18**, pp. 34-48 (2000)
5. Gutiérrez, E.E., Capuano, V. C., Perrotta, M. T., De la Fuente, A. M., Follari, B. R., ¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear? *Enseñanza de las Ciencias*, **18** (2), pp. 247-254 (2000)
6. Suzuki, T., The misconceptions on radiation and radioactivity, *Lat. Am. J. Phys. Educ.* **6**, pp. 75-77 (2012)
7. Cornejo, J. N., Speltini, C. T., Roble, M, B, Santilli, H. ¿Qué conocimientos se enseñan y se aprenden en la escuela media argentina acerca de los efectos biológicos de las radiaciones? *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, **7**(2), pp. 492-508 (2010)
8. Gil, D. y otros (edits.), ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? OREALC/UNESCO, Santiago de Chile, Chile, (2005)  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139003S.pdf>