

# Proyecto educativo en ciencia y tecnología nuclear

Educational project in nuclear science and technology

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Eduardo Genini<sup>1,2,3</sup>, Dante Martín<sup>1</sup>, Sol Rojas Pico<sup>1</sup> e Ignacio Idoyaga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Comisión Nacional de Energía Atómica, Av. Del Libertador 8250, CABA. Argentina.

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Física. Junín 956, CABA. Argentina.

<sup>3</sup>Red Latinoamericana para la Educación y Capacitación en Tecnología Nuclear (LANENT).

E-mail: eduardogenini@gmail.com

## Resumen

El presente trabajo detalla las actividades desarrolladas por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), la Red Latinoamericana para la Educación y Capacitación en Tecnología Nuclear (LANENT) y la Asignatura Práctica Social Educativa (PSE) en la generación de material educativo para el abordaje de la temática nuclear en el aula. Cuando se realiza un material didáctico para llevar al aula se deben tener en cuenta varios aspectos y en nuestro caso además se le agregan algunas consideraciones especiales por cuestiones relacionadas a los prejuicios y resistencias que genera el tema nuclear en la sociedad. En el trabajo se describen las características del material generado y las estrategias para acercar a la comunidad educativa estos temas.

**Palabras clave:** Tecnología nuclear; Enseñanza de la física con TIC; Recursos didácticos; Docentes secundarios.

## Abstract

The present work details the activities developed by the National Atomic Energy Commission (CNEA), the Latin American Network for Education and Training in Nuclear Technology (LANENT) and the Social Education Practical (PSE) in the generation of educational material for the approach to the nuclear issue in the classroom. When making a didactic material to take to the classroom, we must take into account several and in our case, in addition to the aggregation some special considerations for issues related to the preconceptions and resistance generated by the nuclear issue in society. The present work describes the characteristics of the material generated and the strategies to approach the educational community these themes.

**Keywords:** Nuclear technology; Teaching physics with ICT; Pedagogical resources; Secondary teachers.

## I. INTRODUCCIÓN

Llevar al aula temas relativos a la tecnología nuclear es un desafío, no solo por su complejidad, sino también porque muchos estudiantes asocian los temas nucleares con riesgos para la salud o con usos bélicos. Estos conceptos ya instalados en la sociedad y en la comunidad educativa en parte se deben a una campaña en contra de la tecnología nuclear realizada a partir de la década del 80 por medios masivos de comunicación (Chahab, 2006). Estudios realizados por *Greenpeace* muestran que el 80% de los encuestados cree que las centrales nucleares contaminan (Mori, 2006), por otra parte estudios de percepción ciudadana sobre el tema nuclear realizados por la CNEA ponen de manifiesto que cerca del 65% de la población del país no sabe en qué se aplica la tecnología nuclear, y dentro de los que tienen conocimiento el 90% lo asocia sólo a generación de energía eléctrica. Adicionalmente, en el ámbito académico y sobre todo en el nivel secundario, abundan los libros de texto con errores conceptuales, posturas contrarias a esta tecnología y fuentes de información no validadas.

Este trabajo presenta y comenta las acciones desarrolladas en el marco de un proyecto educativo destinado a mejorar la enseñanza de la tecnología nuclear. Desde 2014 se lleva adelante en forma conjunta por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), la Red Latinoamericana para la Educación y

Capacitación en Tecnología Nuclear (LANENT) y la asignatura Práctica Social Educativa (PSE) de la Tecnicatura Universitaria en Medicina Nuclear de Universidad de Buenos Aires. Este proyecto incluyó el diseño de material didáctico y actividades sugeridas para estudiantes secundarios. También se pusieron en marcha instancias actualización y perfeccionamiento docente, ofreciendo así una propuesta global que dé un tratamiento más sólido de la temática nuclear en el aula.

Las etapas del proyecto presentan diferencias en su implementación al responder a los distintos objetivos que se persiguen en cada una de las instituciones participantes, pero configuran un frente de acción común y coherente.

Es importante destacar que el proyecto educativo desde que fue puesto en práctica fue sometido a permanentes evaluaciones por parte de los docentes participantes de los cursos y talleres. El instrumento de recolección de datos fue un formulario confeccionados con preguntas abiertas y cerradas incorporando una opción donde el docente pueda dejar allí sus comentarios y sugerencias sobre el taller. El proyecto de CNEA fue implementado en 7 provincias llegando a 650 docentes capacitados. La evaluación del proyecto implica preguntas acerca del material elaborado hasta la evaluación de las herramientas brindadas para el trabajo en el aula.

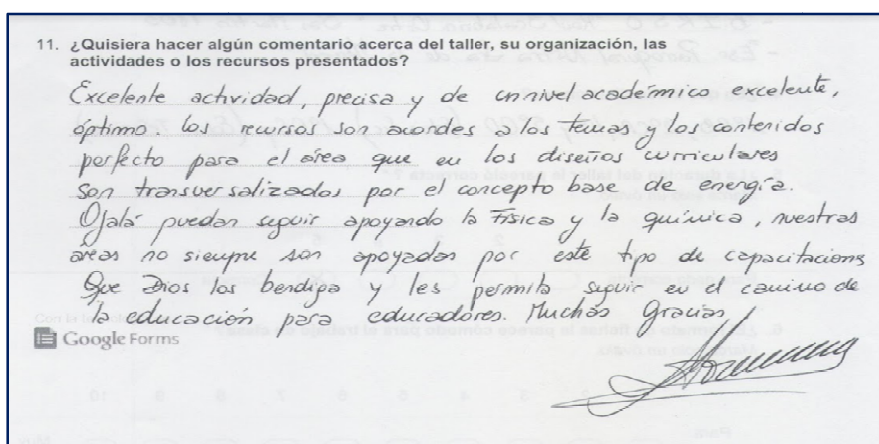


FIGURA 1. Comentario de docente en taller brindado en Salta, año 2015.

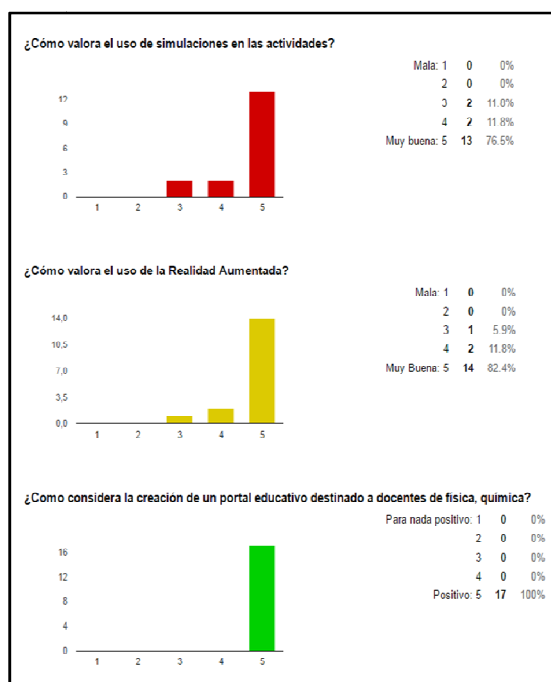


FIGURA 2. Evaluación de distintos aspectos del curso de capacitación.

## II. DESARROLLO

### A. Etapa 1: Diseño de fichas educativas

En la CNEA se generó material didáctico sobre temas de tecnología nuclear que se puso a disposición de docentes del área de ciencias naturales en distintas partes del país. De esta forma, se aporta al docente materiales de tecnología nuclear validados por profesionales del área. Estos materiales apuntan a exponer los temas en forma concisa y concreta, pero siempre con la posibilidad de ampliarlos mediante el uso de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

Concretamente se desarrollaron veinte fichas educativas de 15 por 21 cm. En el frente cuentan con texto de hasta 1000 caracteres y en el reverso hasta 500 caracteres<sup>1</sup>. Incluyen gran cantidad de información gráfica, algo que es propio del discurso científico (Idoyaga y Lorenzo, 2016). Algunas fichas presentan códigos QR que dan acceso a un espacio virtual de enseñanza y aprendizaje especialmente diseñado. Las figuras 3 y 4 muestran el frente y el dorso de una de estas fichas. Los tópicos tratados se agrupan en los siguientes segmentos temáticos:

- 1) Tecnología Nuclear en la Argentina;
- 2) Física Nuclear;
- 3) Ciclo del Combustible Nuclear;
- 4) Reactores;
- 5) Aplicaciones.

Estas fichas presentan textos simples y concretos, dejando para otros soportes, los digitales, el abordaje más completo y profundo. Se conforma así un diseño que permite al profesor articular de diferente manera el uso de estos materiales según las características de cada curso, grupo o región donde trabaje.

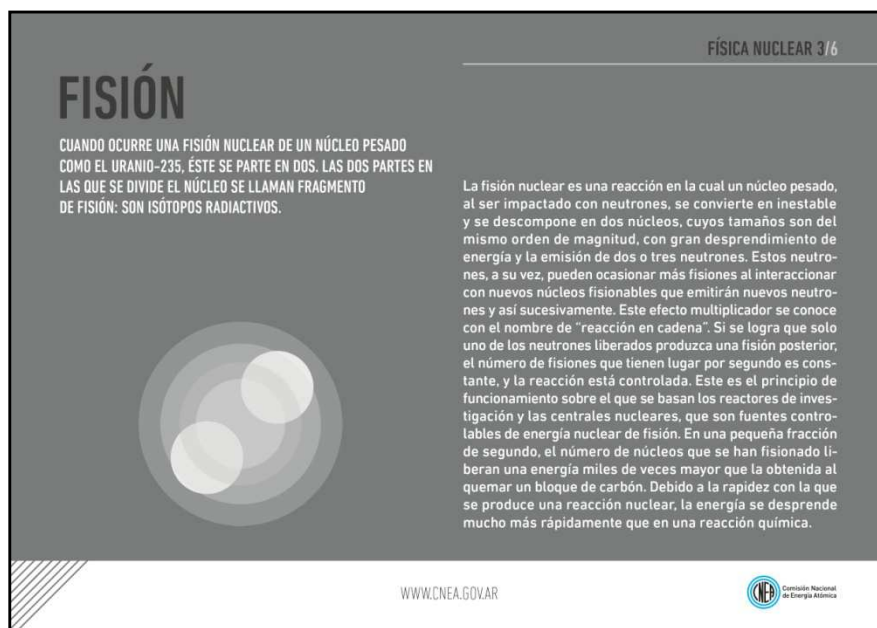


FIGURA 3. Se muestra un ejemplo del frente de la ficha sobre fisión nuclear.

<sup>1</sup> Se puede acceder a las fichas ingresando al siguiente vínculo <<http://www.cnea.gov.ar/Contenido-educativo-fichas>>.

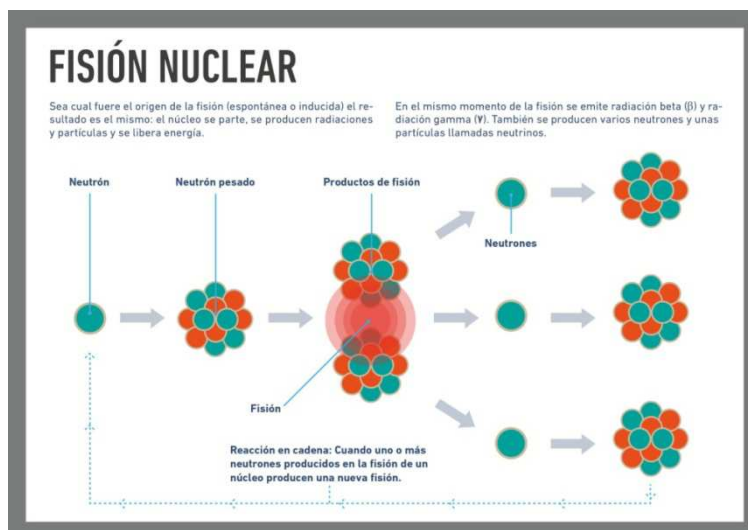


FIGURA 4. Dorso de la ficha correspondiente a la fisión nuclear.

### B. Etapa 2: Diseño de láminas interactivas

En asignatura PSE se desarrollaron una serie de láminas interactivas<sup>2</sup> que tiene la posibilidad de ser utilizada en tres formas diferentes. La primera es de la manera tradicional, como un soporte en papel cuando el docente pretende exponer un tema. La segunda implica la descarga de una aplicación (Aurasma) y a través de un dispositivo móvil se puede recorrer la lámina y encontrar explicaciones más detalladas a partir de la tecnología de realidad aumentada que reconoce parte de la lámina como marcadores. Para usarla de la tercera manera, se escanea un código QR que se encuentra en la parte inferior de la lámina y se accede a un curso autoasistido con actividades de autoevaluación. La Figura 5 muestra una de estas láminas.

Los temas abordados en la serie de láminas son:

- 1) Uranio;
- 2) Ciclo del Combustible Nuclear;
- 3) Medicina Nuclear;
- 4) Aplicaciones de la tecnología nuclear.

**URANIO**  
92, 238

**DESCUBRIMIENTO**  
1789  
Martin Heinrich Klaproth  
Su nombre se debe al planeta Urano descubierto en 1781.

**¿QUE ES EL URANIO?**  
El uranio es un elemento metálico, existe en la naturaleza como óxido o sal compleja en ciertos minerales. Se lo utiliza como combustible de centrales nucleares.

**¿QUE ES UN ISÓTOPO?**  
Se denomina isótopo a los átomos de un mismo elemento, cuyos núcleos tienen una cantidad diferente de neutrones y distinto número másico.

**ISÓTOPOS NATURALES DEL URANIO**

Nombre (A)	Vida Media	Abundancia
U234	247.000 Años	0,01 (%)
U235	704 Millones	0,72 (%) Fisionable
U238	4.470 Millones	99,27 (%)

**DISCIPLINAS ASOCIADAS A LA BÚSQUEDA Y PRODUCCIÓN DE URANIO**

Geología, Química, Minería, Física, Ingeniería

**EQUIVALENCIA ENERGÉTICA**  
1 pastilla de uranio es equivalente a 500 litros de petróleo, 1 tonelada de carbón y 40 garrafas de gas.

**EMPRESAS ASOCIADAS A CNEA**

FAE: Fabricación de tabos para combustibles nucleares. [conuar.com/fae](http://conuar.com/fae)

DIOXITEK: Producción de polvo de dióxido de uranio. [dioxitek.com.ar](http://dioxitek.com.ar)

CONUAR: Elementos combustibles para reactores. [conuar.com](http://conuar.com)

**APLICACIONES**

Nucleoenergía (Combustible para reactores), Medicina, Industria y tecnología, Agricultura, Arte, Arqueología

Tabla Periódica de los Elementos

1

QR code, /CNEA.Argentina, /CNEAOficial, /prensanuclear, /cnea, www.cnea.gov.ar, + 54 11 4704 1000, Comisión Nacional de Energía Atómica

FIGURA 5. Lámina interactiva sobre el uranio.

<sup>2</sup> Este material se puede ver en <<http://www.cnea.gov.ar/Laminas-Nucleares-Interactivas>>.

Es interesante mencionar que en esta etapa participan estudiantes universitarios de la Tecnicatura en Medicina Nuclear de la UBA. Como parte de los trabajos realizados en la PSE, los estudiantes participan en el diseño de estas láminas. La figura 6 muestra una lámina íntegramente desarrollada por estudiantes de la PSE.

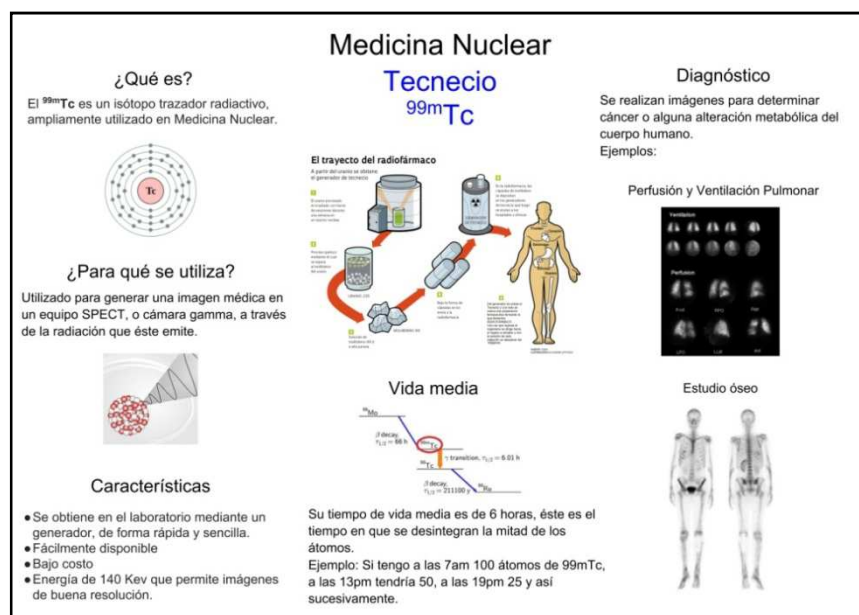


FIGURA 6. Lámina interactiva sobre el Tecnecio 99m (borrador realizado por alumnos).

### C. Etapa 3: Desarrollo de actividades

Se creó un banco de actividades desarrolladas para trabajar con las fichas y las láminas al que los docentes pueden acceder. Estas actividades pueden modificarse o reformularse según las necesidades, dependiendo de los grupos, escuelas o regiones donde se pondrán en práctica. Son distribuidas bajo licencia de uso *Creative Commons*. El profesor puede reutilizar el material, modificarlo, distribuirlo bajo la misma licencia, pero tiene la limitación de no poder comercializar con él.

Las actividades propuestas incluyen una serie de recursos tecnológicos y software de acceso libre que enriquecen la propuesta pedagógica, facilitan el aprendizaje de los conceptos más complejos y configuran un componente motivacional (UNESCO, 2013). Es oportuno destacar que, el desconocimiento de las herramientas informáticas por parte del docente, muchas veces requiere de una capacitación para que puedan llevarse al aula.

También se desarrollaron secuencias didácticas que abarcan los distintos grupos temáticos. Se entienden estas secuencias como una serie de actividades que comparten objetivos y están relacionadas. Este modelo se usa en los portales educativos nacionales para presentar propuestas, por lo que los docentes están familiarizados. Se terminaron tres secuencias didácticas:

- 1) Física Nuclear;
- 2) Reactores Nucleares;
- 3) Impacto Ambiental.

Además, está parcialmente construida una secuencia sobre Aplicaciones de la Tecnología Nuclear.

Para el planteo de actividades se tuvo en cuenta que muchos de los conceptos relacionados a la tecnología nuclear pueden ser complejos, debido a esto es que se buscaron propuestas pedagógicas que ayuden a comprenderlos mejor. La utilización de TIC y dispositivos móviles es un recurso que sirve para que el alumno aborde estos contenidos desde una perspectiva más cercana a sus intereses y realidad cotidiana. El uso de simulaciones interactivas y la realidad aumentada apuntan a despertar la motivación de los alumnos en clase. Se plantean instancias donde el profesor puede recurrir al campus virtual como un espacio donde el alumno puede seguir estudiando y realizar actividades de autoevaluación. Hay que tener en cuenta que la incorporación de TIC obliga a pensar en cambios en las estrategias de enseñanza (García Areito, 2017), y por eso surge la necesidad de ofrecer cursos de actualización para reflexiona junto al docentes acerca de cómo implementar tecnología en clase.



#### D. Etapa 4: Cursos de actualización y perfeccionamiento

Se trata del diseño e implementación de cursos y seminarios de actualización y perfeccionamiento docente. Hasta el momento se han realizado 15 cursos en 7 diferentes provincias. Los cursos están a cargo de profesionales de CNEA y docentes investigadores de UBA. Son espacios de intercambio donde los profesores se pueden acercar a los materiales generados y a las actividades ofrecidas, constituyendo una oportunidad para la reflexión sobre la práctica docente.

En los cursos, el docente recorre cada una de las veinte actividades propuestas en las secuencias didácticas y las propuestas en el campus virtual. Se entregan los recursos y software necesarios y se explica la utilización de los mismos. Al tratarse de instancias eminentemente prácticas, el profesor tiene la posibilidad de experimentar con la tecnología y familiarizarse con ella, reflexionar sobre su práctica y considerar la posibilidad de realizar cambios en sus clases.

#### E. Etapa 5: Proyección internacional

A partir de la instauración del proyecto Nucleando, LANENT se suma al trabajo mancomunado replicando algunas de las acciones de las etapas anteriores. Se trabajó en una nueva serie de fichas. El contenido varió para adaptarse a la región de Latinoamérica y el Caribe. Para la elaboración de estas nuevas fichas se contó con la participación de profesionales de Argentina, Chile, Brasil, Bolivia, Perú, Venezuela, Uruguay y Cuba.

Las fichas realizadas para este proyecto son treinta y dos, manteniendo las características de la versión de descrita en la Etapa 1. La figura 7 muestra una de estas fichas.

Se redefinieron las estrategias para los cursos. Se optó por la modalidad de capacitación de capacitadores, con la idea de así lograr cubrir puntos de Latinoamérica y el Caribe.

FÍSICA NUCLEAR 2/6

# ÁTOMO

La existencia del núcleo atómico fue deducida a partir de un experimento supervisado por Ernest Rutherford en el año 1909. Posteriormente en 1911 Rutherford propone un nuevo modelo atómico, el cual contempla la existencia de un núcleo, compuesto de protones y neutrones, con electrones que giran alrededor del mismo.

ÁTOMO DE OXÍGENO

SÍMBOLO QUÍMICO  $^{16}_8\text{O}$

UN ÁTOMO DE OXÍGENO TIENE 8 ELECTRONES.

LANENT

El átomo es la unidad más pequeña de la materia, que mantiene su identidad y sus propiedades.

Está compuesto por un núcleo atómico que, a su vez, está constituido por protones (con carga positiva) y neutrones (sin carga), rodeado de una nube de electrones (con carga negativa).

El núcleo se mantiene unido por medio de una fuerza que actúa entre protones y neutrones, denominada fuerza nuclear fuerte, que mantiene al núcleo atómico unido y estable, a pesar de la repulsión electrostática que sufren los protones (como los polos iguales de dos imanes).

A medida que crece el número atómico los núcleos tienen mayor número de neutrones para mantener al núcleo estable.

Los átomos se identifican de acuerdo al número de protones y neutrones que contenga su núcleo. El número de protones o número atómico determina el elemento químico, sus propiedades químicas y es igual al número de electrones que completa el átomo.

FIGURA 7. Frente de ficha, versión LANENT.

### III. CONCLUSIONES

Como primera reflexión es oportuno destacar que uno de los puntos más valorados de este proyecto es que tanto las fichas educativas como las láminas interactivas se complementan con un aula virtual especialmente diseñada. La posibilidad de que el alumno continúe estudiando en este entorno, y que pueda ser autónomo en el uso de los recursos y las autoevaluaciones, es uno de los puntos fuertes de la propuesta.

La utilización de recursos basados en las TIC facilita la comprensión de los conceptos sobre la tecnología nuclear. El trabajo con simulaciones interactivas es un recurso que permite que el alumno aprenda los conceptos utilizando modelos, facilitando el aprendizaje por la facilidad en el cambio de variables y la observación del fenómeno a partir de esos cambios. La realidad aumentada incorporada resulta un com-

plemento ideal para acercar al alumno a una comprensión global sobre los conceptos manejados durante todo el curso, se entrega al docente el software y los modelos 3D para que pueda reproducirlos en su computadora o la de los alumnos.

Este proyecto brinda a la comunidad educativa una propuesta integral que incluye materiales validados por instituciones de prestigio internacional. Las actividades sugeridas que incorporan el uso de TIC y las capacitaciones para que los docentes potencien las posibilidades de incorporar los materiales diseñados a las prácticas de enseñanza.

En cuanto a los resultados de las evaluaciones de las distintas partes del proyecto, podemos inferir que existe una aprobación mayoritaria de la comunidad educativa sobre los materiales elaborados, las actividades propuestas y la capacitaciones ofrecidas, haciéndonos notar en sus comentarios la necesidad de tener más seguido este tipo de capacitaciones, por brindarles conceptos fundamentados y validados por instituciones de ciencia y técnica y por las herramientas que pueden llevar al aula para trabajar los temas de energía nuclear.

En suma, proyectos como este son necesarios para apoyar la enseñanza de contenidos relacionados con la tecnología nuclear, sobre todo en un país que es referente regional en el tema y requiere despertar las vocaciones científicas en los jóvenes para sostener esa posición.

## REFERENCIAS

Chahab, M. (2006). Imágenes y símbolos en la opinión pública argentina sobre la tecnología nuclear y el medio ambiente: La necesidad de una nueva estrategia comunicacional. Presentado en *Primer Congreso Americano del IRPA*, 3 al 8 de junio de 2006, Acapulco, México.

García Aretio, L. (2017). Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 9–25. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.18737>

Idoyaga, I. y Lorenzo, G. (2013). Los gráficos. Conceptualizaciones, creencias y concepciones en educación superior. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1771–1777.

Mori, A. (2006). Estudios de Opinión Pública: Fuentes de Energía. Estudio solicitado por Greenpeace Argentina, mayo.

UNESCO. (2013). *Directrices para las Políticas de aprendizaje móvil*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.