

Escuela secundaria

# UNA MIRADA A LOS APORTES Y DESAFÍOS EN TORNO AL DESARROLLO DE LA ENERGÍA Y LA TECNOLOGÍA NUCLEAR

Ciencias Naturales

ITINERARIOS DE ENSEÑANZA



conectar  
igualdad

educ.ar  
portal

educ.ar  
SOCIEDAD DEL ESTADO



Ministerio de Educación  
Argentina

**Presidente**

Alberto Fernández

**Vicepresidenta**

Cristina Fernández de Kirchner

**Jefe de Gabinete de Ministros**

Juan Luis Manzur

**Ministro de Educación**

Jaime Perczyk

**Unidad Gabinete de Asesores**

Daniel Pico

**Secretaría de Educación**

Silvina Gvirtz

**Subsecretario de Gestión Educativa y Calidad**

Mauro Di María

---

Ministerio de Educación de la Nación

Pizzurno 935, CABA

República Argentina



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. Permitida su reproducción total o parcial con mención de la fuente.

**Dirección Nacional de Educación Secundaria:** Laura Penacca

**Coordinación Pedagógica:** Valeria Aranda

**Autores:** Diego Arias Regalía, Analía Álvarez, Silvina Hanza

**Coordinación de Materiales Educativos**

Coordinación general: Alicia Serrano. Coordinación editorial: Gonzalo Blanco.

Edición: Cecilia Pino. Diseño y diagramación: Mario Pesci.

Documentación gráfica: Javier Rodríguez

Una mirada a los aportes y desafíos en torno al desarrollo de la energía y la tecnología nuclear / 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación, 2021.

Libro digital, PDF - (Trayectos curriculares para la escuela secundaria / Laura Penacca; Ciencias Naturales)

Archivo Digital: descarga

**ISBN 978-950-00-1545-5**

1. Recursos Educativos. 2. Educación Secundaria. 3. Ciencias Naturales. I. Título.  
CDD 373.028

# Índice

---

<b>Introducción</b> .....	<b>5</b>
<b>Momento 1. Aplicaciones de la tecnología nuclear. Argentina como país con desarrollo nuclear propio</b> .....	<b>9</b>
<b>Un nuevo Centro Atómico</b> .....	<b>9</b>
<b>Actividad 1</b> .....	<b>11</b>
<b>Momento 2: El modelo atómico y la comprensión del mundo submicroscópico</b> .....	<b>18</b>
<b>Actividad 2</b> .....	<b>19</b>
<b>Actividad 3: ¿Cómo explicar algo en ciencias naturales?</b> .....	<b>21</b>
<b>Actividad 4: Algo de perspectiva histórica</b> .....	<b>23</b>
<b>Actividad 5: De regreso en el Centro Atómico</b> .....	<b>24</b>
<b>Momento 3: Problemas asociados a la energía nuclear</b> .....	<b>26</b>





# INTRODUCCIÓN

La presente propuesta aborda uno de los ejes conceptuales transversales de las ciencias naturales: la energía y, en particular, el desarrollo de la energía y la tecnología nuclear y sus aplicaciones (que es uno de los contenidos priorizados en la Resolución CFE 367/20 Anexo I). Los equipos docentes, por lo tanto, encontrarán aquí un conjunto de orientaciones y actividades que les permitirán trabajar con las y los estudiantes durante un tiempo aproximado de cuatro meses.

Evidentemente, las posibilidades para tal abordaje son muchas. Por esa razón, en este recorrido proponemos aproximarnos a la problemática de la energía nuclear en función de tres ejes que lo transversalizan: el modelo atómico, las aplicaciones de la tecnología nuclear y los problemas asociados a la tecnología nuclear.

- a. **El modelo atómico.** Construcción del modelo atómico y la comprensión del mundo submicroscópico. La obtención de energía a partir del núcleo atómico.
- b. **Aplicaciones de la tecnología nuclear.** Argentina como país con desarrollo nuclear propio –científico y tecnológico– en prácticamente todas las áreas relativas al uso pacífico de la energía/tecnología nuclear (radioisótopos, aceleradores de partículas, medicina nuclear, diseño, fabricación y exportación de reactores de investigación y de potencia). Aplicaciones pacíficas de la energía y la tecnología nuclear (producción de energía eléctrica; datación de fósiles, rocas y restos arqueológicos mediante isótopos radiactivos; aplicaciones de los isótopos radiactivos en medicina, en la industria y el agro).
- c. **Problemas asociados a la energía nuclear.** Problemas ambientales relacionados con los residuos radiactivos y/o posibles accidentes en las centrales nucleares. Aspectos problemáticos relacionados con el uso de la tecnología nuclear.

Se persigue el doble sentido de acercar a las y los estudiantes al estudio de las ciencias desde problemáticas que destaquen por su contemporaneidad o sus implicaciones sociales, políticas y culturales, al mismo tiempo que puedan trabajar con algunos de los grandes conceptos y modelos teóricos de las ciencias naturales. Antes de avanzar, es importante señalar que estos ejes no suponen una necesaria secuenciación de los contenidos, pero sí relaciones entre los conceptos involucrados.

De este modo, proponemos la elaboración de un trayecto curricular que supone la reorientación de los contenidos a enseñar en función de las necesidades que las trayectorias de las y los estudiantes demandan. De acuerdo a lo establecido en el *Documento Base para la elaboración de Planes Jurisdiccionales* (en esta misma colección), esto requiere de los equipos docentes un trabajo de reconstrucción epistémica que ponga en diálogo los asuntos centrales de las disciplinas de las ciencias naturales con una progresión de aprendizajes ajustada a los conocimientos y saberes disponibles en las y los estudiantes.

En atención a esto, los ejes elegidos (y las relaciones entre ellos) habilitan la aparición de diversos elementos conceptuales centrales en el área de las Ciencias Naturales y, en lo que sigue, ofrecemos sugerencias para trabajar con ellos.

Estas sugerencias no conforman una propuesta cerrada. Cada docente puede definir los aspectos que quiere explotar, la importancia relativa que tendrá cada línea o la profundidad con la que avanzará sobre ellas.

Los diversos fenómenos del mundo natural (movimiento, calor, electricidad, magnetismo, radiactividad, reacciones químicas, metabolismo, orogenia, sismos, clima, nacimiento de las estrellas, evolución del Universo...) pueden ser pensados en términos de energía, a fin de describirlos, comprenderlos, predecirlos e intervenir sobre ellos. En este sentido, la energía es un concepto científico central y estructurante por su generalidad, abstracción y potencia (Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación, 2007).

A su vez, las tendencias actuales en Didáctica de las Ciencias reivindican una educación científica que, más allá de la comprensión de conceptos y principios, contribuya a que las y los estudiantes puedan desenvolverse crítica e informadamente en una sociedad en la que el desarrollo tecnocientífico tiene una incidencia importante (García Carmona y Criado, 2010; Acevedo Díaz, 2004; Arias Regalía et al, 2019).

De esta forma, es esperable que la enseñanza de la energía pueda desarrollarse desde un marco que incluya los problemas ambientales y sociales derivados de su desarrollo.

Siguiendo a Acevedo Díaz (2009), incorporar esta perspectiva que vincula ciencia, tecnología y sociedad supone orientar la enseñanza en ciencias a:

- Incrementar la comprensión de los conocimientos científicos y tecnológicos, así como sus relaciones y diferencias, con el propósito de atraer a las y los estudiantes hacia las actividades profesionales relacionadas con la ciencia y la tecnología.
- Potenciar los valores propios de la ciencia y la tecnología para poder entender mejor lo que estas pueden aportar a la sociedad, prestando también especial atención a los aspectos éticos necesarios para su uso más responsable.
- Ofrecer diversas oportunidades para que las y los estudiantes accedan a la comprensión del impacto de la ciencia y la tecnología en el mundo actual.

En esta línea, uno de los temas que genera alguna controversia social está relacionado con la energía y la tecnología nuclear: de un lado, la proliferación de proyectos nucleares con fines militares y, de otro, la apuesta a la producción de energía nuclear como solución a los problemas derivados de la gran demanda energética actual (los altos precios del petróleo o los importantísimos problemas ambientales derivados del uso de combustibles fósiles). En este punto, se contraponen también que la generación de electricidad en centrales nucleares no emite gases contaminantes a la atmósfera pero, aun así, aparece el riesgo de fuga de radiación o el posible impacto ambiental de los residuos radiactivos que se generan.

Más allá de la perspectiva energética, el fenómeno de la radiación nuclear ha contribuido de manera significativa al avance de otros campos. Por ejemplo: en la medicina, para la detección temprana de enfermedades y haciendo más efectivos los tratamientos; en la industria, para mejorar la calidad y productividad del sector; en la arqueología, y en la conservación y restauración de obras de arte y material bibliográfico. En estos últimos tiempos, se han ido incrementando las aplicaciones en la agricultura y ambientes sostenibles.

Es difícil encontrar un tema científico que haya tenido tanto impacto (positivo y negativo) en la historia mundial en varios niveles o aspectos, como el desarrollo de la energía y la tecnología nuclear.

Todo esto permite pensar que, dentro del aula de ciencias, el tema habilita un abordaje que cruza distintos ejes y disciplinas, poniendo en juego modelos de las ciencias naturales para comprender el mundo e intervenir en él, y trabajando desde problemas y preocupaciones actuales a fin de que ciudadanas y ciudadanos puedan desarrollar un pensamiento reflexivo y formar opiniones fundamentadas.

Con estas consideraciones en mente, en la primera parte del itinerario (Momentos 1 y 2) nos introduciremos en el mundo de la energía y la tecnología nuclear. Para ello vamos a trabajar alrededor de dos ideas: conocer la variedad de aplicaciones de la tecnología nuclear y recurrir a ciertos modelos de las ciencias naturales para explicar los fenómenos involucrados.

Más tarde, en el Momento 3, realizaremos un cambio de escala para entender la relación entre la generación de energía nuclear y la de otros tipos de energía, al tiempo que analizaremos algunas problemáticas asociadas a su uso.



# MOMENTO 1. APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA NUCLEAR. ARGENTINA COMO PAÍS CON DESARROLLO NUCLEAR PROPIO

## Propósitos:

- Trabajar con fuentes diversas y realizar ejercicios de lectocomprensión a partir de textos vinculados con la ciencia y la tecnología.
- Construir criterios sobre la búsqueda de información, el uso de fuentes y el proceso de sistematización de la información obtenida.
- Estudiar la diversidad de usos de la energía y la tecnología nuclear.
- Conocer el desarrollo nacional en materia de energía y tecnología nuclear.

## Un nuevo Centro Atómico

Vamos a adentrarnos en el mundo de la energía y la tecnología nuclear, sus principales usos y el desarrollo nacional en el área, al tiempo que discutiremos también algunos problemas y riesgos asociados a esto.

Comenzamos planteando un caso hipotético que puede resultar disparador para sostener una propuesta a mediano y largo plazo, y que permite integrar lecturas, investigaciones, debates y producciones.

En función de cuáles sean los campos disciplinares que se quiera hacer aparecer, se puede desarrollar con mayor o menor profundidad cada una de las líneas.

El caso propuesto comienza con la noticia de que la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) planifica construir un nuevo Centro Atómico en una localidad de la Argentina, y que esto ha desatado cierto debate en la comunidad alrededor del tema nuclear.

Luego de la presentación de la noticia, puede plantearse una primera conversación tendiente a que aparezcan posibles preocupaciones que la comunidad podría plantear, principalmente como forma de **traer al aula las ideas que las y los estudiantes tengan al respecto**.

Como punto de partida, y a modo de introducción, nos preguntamos qué es la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), lo que nos va a dar pie para la primera actividad.

Vamos a recurrir al video [¿La energía nuclear es la peor de las villanas?](#) de la serie Seguimos Educando (o al siguiente texto informativo extraído de la web [argentina.gob.ar](http://argentina.gob.ar)) en el que proponemos identificar qué es la CNEA y cuáles son sus principales funciones.

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) es un organismo autárquico dependiente de la Secretaría de Energía de la Nación. La CNEA es responsable de la aplicación del Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos y de la Convención Internacional Conjunta sobre la Seguridad en la Gestión de los Combustibles Gastados y la Seguridad en la Gestión de los Residuos Radiactivos.

La CNEA tiene su sede central en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y cuenta con presencia en diferentes regiones del país. Junto a otros organismos y empresas tecnológicas forma parte del sector nuclear argentino. Todas sus actividades se enmarcan en los usos pacíficos de la energía nuclear, siguiendo los lineamientos fijados por sus políticas de calidad y ambiente, de acuerdo con las normativas de seguridad y protección radiológica establecidas por la Autoridad Regulatoria Nuclear y cumpliendo con la legislación vigente y los compromisos internacionales asumidos por nuestro país.

### **Siete décadas al servicio del país**

Desde su creación, la CNEA ha sido el organismo público de referencia del desarrollo nuclear en nuestro país y un actor destacado dentro del sistema de ciencia y técnica.

El campo nuclear comenzó a desarrollarse en Argentina con la formación de profesionales en las ciencias y tecnologías asociadas. Luego se

crearon laboratorios y se iniciaron actividades como la radioquímica, la metalurgia nuclear y la minería del uranio. Posteriormente se consolidaron las actividades para la construcción y operación de reactores de investigación y sus combustibles; la producción de radioisótopos y el empleo de las radiaciones ionizantes para diagnóstico y tratamiento médico; y se logró el acceso a la nucleoelectricidad, que implicó la construcción y operación de centrales de potencia y el dominio del ciclo de combustible nuclear.

El desarrollo tecnológico alcanzado y la altísima calificación de los profesionales de la CNEA le permiten en la actualidad llevar adelante dos proyectos estratégicos: el CAREM25, primera central nuclear de potencia íntegramente diseñada y construida en Argentina; y el RA-10, el reactor argentino multipropósito que se convertirá en un polo regional de producción de radioisótopos e investigación científica.

## Actividad 1

En la localidad en cuestión comienzan a correr rumores sobre la posible construcción de un nuevo Centro Atómico de la CNEA en la zona. La siguiente infografía presenta las diversas instalaciones que se está proyectando construir:



Los núcleos atómicos acelerados se utilizan para realizar investigaciones en física nuclear, ensayos de paneles solares y circuitos de satélites, estudiar reacciones nucleares y deducir la estructura nuclear de los átomos para desarrollar aplicaciones biomédicas.

**Acelerador de partículas**



Se utilizan radiotrazadores o radiofármacos para el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades.

**Centro de medicina nuclear**



Se utilizan técnicas radiométricas para la determinación de la edad de distintos tipos de materiales, tanto orgánicos como inorgánicos.

**Dataciones arqueológicas**

## Instalaciones del Centro Atómico

**Planta de irradiación de alimentos**

Esta técnica que permite conservar los alimentos en mejores condiciones por más tiempo al eliminar microorganismos que podrían ser nocivos para el ser humano, disminuyendo el riesgo de contraer enfermedades de transmisión alimentaria.



**Producción de radioisótopos**

Los radioisótopos son isótopos de un elemento químico que contienen un exceso de energía, que liberan en forma de radiación. Pueden producirse natural o artificialmente, principalmente en reactores de investigación y aceleradores. Se utilizan en distintos ámbitos como la medicina nuclear, la industria, la agricultura y la investigación.



**Procesamiento de residuos radioactivos**

Los residuos radioactivos contienen elementos inestables y emiten energía en forma de partículas o de radiaciones electromagnéticas. Con el tiempo los residuos radioactivos decaen. Algunos dejan de ser radioactivos en horas o en días, pero en otros casos esos periodos pueden prolongarse por muchos años.



La propuesta es que las y los estudiantes averigüen qué tipo de actividades se llevan a cabo en cada una de estas instalaciones y qué relación hay entre ellas. Luego, podrán preguntarse: ¿Cómo podrán convivir estas instalaciones en un mismo lugar? ¿Será realista pensar en este tipo de instalaciones en la Argentina?

El trabajo en grupo permitirá que recorran distintos recursos y fuentes que contienen información variada sobre estos temas (algunas específicas de un tema, otras más generales, que les aportarán una visión global).

Esto dará lugar a una actividad que guiará a las y los estudiantes en la realización de una pequeña investigación a partir de estos recursos, que culminará con la preparación de un informe.

Cada grupo comenzará eligiendo alguna de las instalaciones mencionadas en la infografía (la que les haya llamado la atención, o la que les genere más curiosidad). Esta será la protagonista principal del trabajo.

## Parte A: Pensar qué es lo que se va a investigar

La primera parte de la actividad apunta a acordar cuáles son las preguntas de investigación que intentarán responder las y los estudiantes con el trabajo.

De base, pueden usar las que aparecen al principio de la actividad. También pueden cambiar alguna, o agregar alguna adicional.

- ¿De qué se trata la instalación elegida?
- ¿Cuál será la relación entre esta instalación, el tipo de actividad que realiza y su vínculo con las demás actividades mencionadas?
- ¿Por qué les parece que pueden convivir en un mismo lugar instalaciones tan diversas? ¿Qué tienen en común?
- ¿Será realista pensar en una instalación de este tipo en la Argentina?

Los recursos provistos en el [micrositio del Plan Egresar](#) les permitirán a las y los estudiantes indagar sobre este tema, **usando como guía** las preguntas de investigación.

La actividad comenzará con el visionando de un fragmento de 8 minutos del video [¿La energía nuclear es la peor de las villanas?](#) de la serie Seguimos Educando (del minuto 40:00 al 48:30).

Explicitamos que, mientras lo miran –sea en grupo, o de forma individual–, las y los estudiantes deberán aprovechar para poner pausa en los momentos en los que se esté hablando de cuestiones relacionadas con alguna de las preguntas de investigación (en esta primera

parte se sugiere que esto sea con ayuda de la o el docente; a medida que avance el trabajo, las y los estudiantes estarán mejor armados para realizar este tipo de identificación de manera autónoma).

**Ayuda:** las y los estudiantes podrán hacer una lista en la que pongan un breve título o frase que identifique el tema, y al lado anotar en qué minuto del video aparece eso. Esto les va a permitir, más tarde, volver a mirar aquellas partes del video que más les sirvan.

Se pide que tomen nota de la información que resulte relevante para su tema, de modo que un representante de cada grupo pueda transcribir lo encontrado con un nuevo mensaje en el **foro** “Descubriendo el Centro Atómico” del aula virtual que se creará para el desarrollo de esta actividad.

La propuesta es que este mensaje contenga el nombre de quienes integran el grupo, el tema elegido para trabajar, y un punteo con la información obtenida de este primer video (este punteo tendría que tener al menos 3 o 4 ítems con ideas o información que les parezca relevante). También las y los estudiantes podrán anotar en este hilo cuál fue la fuente de información usada (desde el microsítio del Plan Egresar pueden identificar el video y buscar cómo se llama y quién lo hizo).

## Parte B: Construir un glosario

Mientras van recorriendo los distintos recursos disponibles, la propuesta es que las y los estudiantes comiencen a elaborar un glosario sobre cuestiones relacionadas con la tecnología y la energía nuclear.

- ¿Sabes qué es un glosario? Es muy sencillo. Se trata de compilar y sistematizar distintas palabras, con sus definiciones o explicaciones.
- Por lo general, se recomienda que se ordene alfabéticamente para que sea más clara y sencilla la búsqueda de las distintas palabras. Como verán, es parecido a un diccionario. Las definiciones o explicaciones de las palabras las pueden buscar en el mismo texto (si aparecen), en un diccionario, o en la fuente que les resulte más accesible (enciclopedias, Internet, etc.). En este sentido, a continuación de la definición, van a tener que aclarar de qué fuente la obtuvieron.
- Para confeccionarlo, tengan en cuenta listar palabras, términos o expresiones propias de los campos involucrados. Por ejemplo:
- Radiación: Emisión de energía o de partículas que producen algunos cuerpos y que se propaga a través del espacio. (Fuente: diccionario de Google).
- En cada momento en que hicieron pausa con el video, seguro aparece alguna palabra o expresión de estas. Discutan entre ustedes y con su docente cuáles van a anotar para incorporar luego al glosario.
- Otros ejemplos (ustedes van a encontrar muchos más):
- Energía nuclear; central nuclear; acelerador de partículas; radioisótopo; datación; etc.

Lo pueden hacer en sus carpetas (y sacarle una foto con su teléfono celular), en un archivo de texto tipo Word o con un audio que luego, al cierre de este primer momento, compartirán con sus compañeras y compañeros en el foro “Descubriendo el Centro Atómico” para socializar las palabras y las definiciones que fueron incorporando.

Finalmente, al final de la semana, armarán de manera colaborativa (entre todos los grupos) una wiki en el aula virtual con el glosario ordenado alfabéticamente. Este glosario lo van a ir ampliando y completando a lo largo del resto de las actividades.

La dinámica propuesta para esto es siempre la misma: durante la actividad, cada grupo va tomando nota de palabras o expresiones que, a su parecer, podrían incluirse en el glosario. Hacia el final de la semana, como una de las actividades de síntesis, se comparten esas palabras o expresiones, se discute sobre su significado y se decide sobre la pertinencia de su inclusión en la wiki colaborativa.

De aquí en adelante, se espera que en todas las actividades se dedique algún espacio para la selección de palabras o expresiones que puedan adicionarse al glosario.

En esta wiki se irá construyendo, de manera colaborativa, entre todos los grupos, el glosario correspondiente a este bloque. Recuerden que, a medida que avancemos con las actividades (desde acá hasta que terminemos con el trayecto), tienen que ir agregando nuevas expresiones, palabras y conceptos, además de ampliar los que ya hayan agregado antes (a partir de nuevas informaciones, por ejemplo).

Completar colaborativamente el glosario constituye la actividad de cierre de cada semana de trabajo.

## Parte C: Avanzar con la investigación

En esta parte se proponen una serie de pautas tendientes a que las y los estudiantes puedan utilizar las distintas fuentes disponibles para avanzar con su investigación.

Usen como guía las preguntas de investigación que se plantearon en la Parte A para identificar, en los distintos recursos, los lugares en los que hay información que pueda servirles (pueden subrayar o resaltar el texto, hacer una marca al costado de los párrafos en los que hay cosas importantes, etc.).

Pueden recurrir al uso de tantas fuentes como quieran para avanzar con el trabajo, PERO como mínimo deberán usar 2 adicionales al video ya visto.

No olviden también anotar las nuevas palabras o expresiones que podrían agregarse al glosario al final de la semana.

Es importante resaltar que una investigación bien hecha se nutre de información obtenida de diversas fuentes. Le toca a quienes realizan la investigación tomar toda esa información y usarla para elaborar un texto propio que dé cuenta de los objetivos que se persiguen. De esta forma, una investigación no es una simple transcripción de lo que dicen otros, sino una producción propia que se apoya en eso que otros dicen.

- Para ayudar a que cada grupo pueda avanzar con su investigación de una forma ordenada y productiva, la propuesta es que cada uno continúe el hilo iniciado en el foro “Descubriendo el Centro Atómico” respondiendo a ese posteo con un nuevo mensaje por cada fuente utilizada. En este mensaje deberá constar cuál es la fuente trabajada, y allí se deberá volcar la información relevante para el tema de investigación.

Algunos recursos disponibles en el micrositio del Plan Egresar:

- Artículo: [La irradiación de alimentos en Argentina.](#)
- Video: [Tecnología nuclear: irradiación de alimentos.](#)
- Video: [Energía nuclear aplicada a la medicina.](#)
- [Cuaderno 9. Serie Seguimos Educando.](#) Datación arqueológica (Pág.31 y 32) .
- Portal de educ.ar: [Colección: Energía nuclear en la Argentina.](#)
- Sitio oficial de la Comisión Nacional de Energía Atómica [Tecnología nuclear.](#)

## Parte D: Producción del informe de investigación

Un informe de investigación es un tipo de texto que tiene por objetivo exponer qué es lo que se hizo durante una investigación, para qué y cómo se hizo, qué información o resultados se obtuvieron, y qué concluyen sus autoras y autores a partir de todo esto. Este formato es útil para comunicar los resultados tanto de trabajos experimentales como de relevamiento de fuentes bibliográficas (noticias, artículos, libros, videos, grabaciones de audio, etc.).

Hay ciertas convenciones establecidas respecto del formato de un informe y la manera en la que este se organiza. En Internet pueden encontrarse múltiples guías para la confección de informes de investigación.

A continuación, se presentan algunas orientaciones para armar el informe de la investigación realizada. Una premisa básica para que las y los estudiantes tengan en cuenta: la idea es que lo pueda leer y entender alguien que no vio ni sabe qué es lo que se hizo, por lo que es necesario que el texto sea claro.

En el aula virtual habrá un **buzón de tarea** habilitado para subir el informe producido.

**Esquema general del informe** (con sus docentes van a discutir cómo armar cada sección, y van a acordar los detalles del informe).

**Título:** se recomienda que sea breve, y representativo del trabajo realizado.

**Autoras/es:** apellido y nombre.

**Resumen:** esta sección va al inicio del informe, pero se suele escribir luego de tener escrito todo el resto del trabajo (ya que debe resumir todo eso). Consiste en uno o dos párrafos en los que se presenta de manera general el trabajo realizado y se adelanta algo de las conclusiones. Su principal función es que una lectora o lector pueda saber si el trabajo que sigue es de su interés o puede servirle, y así decidir si va a leerlo completo.

**Introducción:** es una sección breve pero más larga que el resumen, en la que se presenta la motivación o el propósito del trabajo, junto con las preguntas que dan origen a la investigación.

**Actividades desarrolladas:** se trata de contar y describir todos los pasos realizados en la investigación de manera sintética. La información debe presentarse de manera concisa y secuenciada. Es decir, describir qué hicieron primero, qué después, con qué recursos contaron y cuáles fueron cada uno de los pasos que realizaron durante la investigación.

**Resultados (también puede llamarse Análisis de datos):** en esta sección tiene que aparecer qué es lo que encontraron en cada uno de los distintos recursos que utilizaron como referencia (qué información obtuvieron de cada uno). Recuerden que se trata de descripciones sintéticas y concisas.

**Conclusiones:** este ítem es central en el desarrollo de un informe. En este apartado, deberán sintetizar brevemente los puntos más relevantes de la investigación realizada, y es el lugar donde van a usar lo que encontraron (eso que contaron en la sección Resultados) para responder a las preguntas de investigación.

La idea es que puedan vincular, analizar y reflexionar lo que estuvieron investigando y expresarlo en esta sección. Es una oportunidad para hacer énfasis en las ideas principales a las que llegaron luego de todo el recorrido.

**Referencias:** En esta sección deben citarse todas las fuentes utilizadas para la investigación. Es decir, los textos, artículos, material audiovisual, etc. y las respectivas autoras y autores que hayan usado como parte de la investigación.

## Parte E: Armar una infografía de síntesis

Una **infografía** es una forma de resumir un tema para que se pueda entender fácilmente, recurriendo al uso de imágenes, gráficos y texto simple (minimalista).

Como síntesis de lo trabajado la propuesta es que, en grupo, diseñen una infografía que sirva para mostrar lo que se encontró en la investigación, subiéndola al foro "**Descubriendo el Centro Atómico**". Pueden hacerla usando la computadora o en papel (sacándole una foto con el celular para compartirla en el foro).

Como ayuda, pueden usar un buscador de Internet y poner "infografía ejemplo".

## MOMENTO 2: EL MODELO ATÓMICO Y LA COMPRENSIÓN DEL MUNDO SUBMICROSCÓPICO

El siguiente paso consiste en recurrir a algunos modelos provenientes de las ciencias naturales para entender la diversidad de aplicaciones de la tecnología nuclear.

En función de cuáles sean las particularidades del trayecto desarrollado, docentes y estudiantes podrán acordar cuáles de las líneas trabajadas en la primera parte les interesa profundizar. Se espera aquí poder enriquecer la comprensión de lo anterior poniendo en juego algunos elementos de la física, la química y la biología: el conocimiento de la radiactividad, del átomo y del efecto biológico de las radiaciones ionizantes **como modelos a ser utilizados para explicar** estas cuestiones.

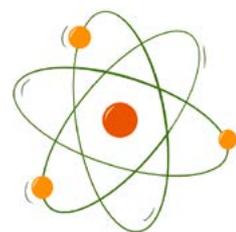
La pregunta inicial podría ser: ¿Cómo se puede poner en juego el conocimiento sobre el modelo atómico y la radiactividad para entender la diversidad de aplicaciones de la tecnología nuclear?

### Propósitos

1. Comprender que los modelos científicos son modelos “para” (es decir, tienen una finalidad), y que han variado a lo largo del tiempo.
2. Recurrir a algún modelo apropiado para explicar algunos fenómenos nucleares y cómo estos devienen en las aplicaciones de la tecnología nuclear.

**Una de las características fundamentales de las ciencias naturales es que hace uso de “modelos” para interpretar el mundo que nos rodea.** Dicho de manera general, los modelos son grandes ideas que funcionan como una analogía: proponen que la porción del mundo natural que estamos estudiando tiene ciertas características y se comporta de ciertas maneras, tomando como referencia el comportamiento de otras cosas que nos resulten familiares.

Por ejemplo, cuando modelamos el átomo usamos la idea de “bolitas” para representar sus componentes. Nunca vimos realmente un átomo (son MUY pequeños), por lo que recurrimos a objetos que nos resultan más familiares a la hora de pensar cómo puede ser uno.



Trabajando con otro fragmento corto del video [¿La energía nuclear es la peor de las villanas?](#) de la colección Seguimos Educando, la propuesta es que al interior de cada grupo, las y los estudiantes identifiquen en qué partes se pone en juego un modelo para explicar algo, qué es lo que se quiere explicar, y qué analogías pueden reconocer en el fragmento de video.

El objetivo de lo que sigue es que al finalizar el trabajo las chicas y los chicos puedan usar el modelo atómico para explicar qué es la radiactividad, en qué consisten la fusión y la fisión nuclear (y sus similitudes y diferencias), y de qué manera estos fenómenos dan lugar a la variedad de aplicaciones de la tecnología nuclear que vimos.

## Actividad 2

La propuesta consiste en empezar con la lectura del artículo [El gato y la caja: A darle átomos](#), de Marcos Tacca, que recorre la construcción del modelo atómico moderno y lo vincula con la comprensión de las reacciones nucleares y la radiactividad.

### Parte A: Ampliar el glosario

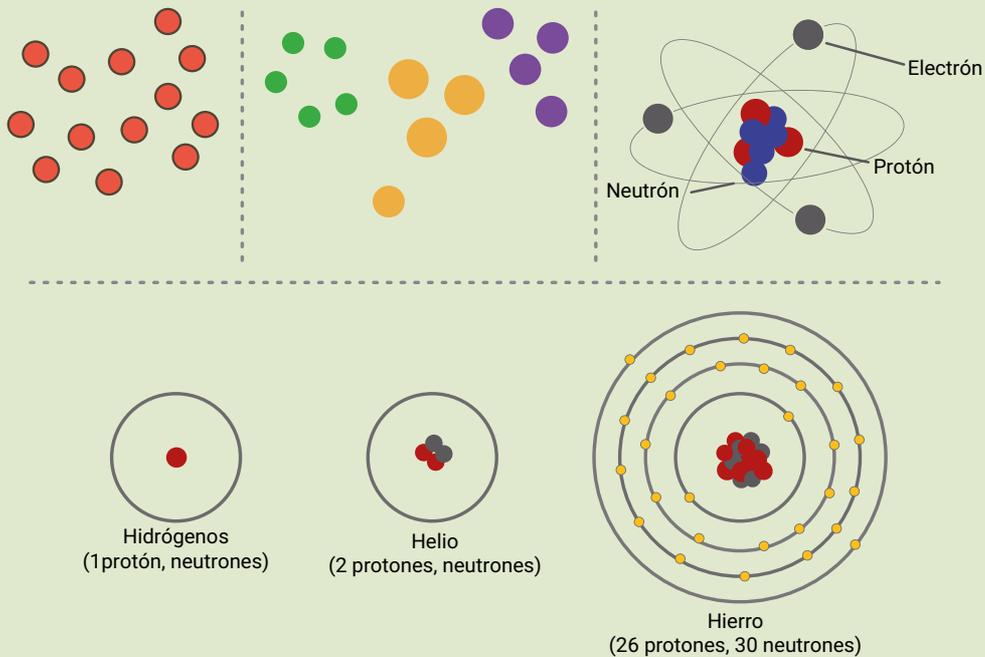
Una primera lectura del artículo tendría que servir para que las y los estudiantes se hagan una idea general sobre su contenido. Mientras lo leen, la idea es que tomen nota de las palabras o expresiones que sería importante incorporar al glosario.

- Tendrían que poder extraer al menos 5 palabras o expresiones del artículo que se puedan usar en el glosario (probablemente encuentren más, 5 es lo mínimo). Pueden buscar elementos que tengan que ver con el átomo o la estructura atómica, con los modelos, con las reacciones nucleares, etc.

- Como siempre, discutan entre los grupos y con sus docentes las palabras, conceptos o expresiones que encuentren, y al fin de la semana amplíen el glosario colaborativo que están armando en la **wiki “Glosario colaborativo”**.

## Parte B: Modelos

Para ayudar a las y los estudiantes con la comprensión del contenido del artículo trabajado, les proponemos identificar (subrayando o resaltando) en el texto aquellas partes en que se está hablando de distintos modelos atómicos. Luego la idea es que relacionen cada fragmento seleccionado con alguno de los modelos representados en la imagen dada a continuación. A su vez, en el artículo se menciona al menos un modelo que no aparece entre los listados en la imagen. Se les propone a las y los estudiantes que identifiquen qué elementos de los mencionados en la descripción de este modelo no se corresponden con los ejemplos de la siguiente figura.



El propósito es avanzar en la idea de que los modelos sirven para explicar fenómenos. Para ello, la actividad continúa proponiendo una vinculación entre los modelos abordados en el artículo y el fenómeno de la fisión nuclear retratado en el video visionado al inicio de la actividad.

Nos preguntamos por cuáles de esos modelos podremos usar para explicar este proceso, y cuáles no, y pedimos que recurran explícitamente a alguno de los modelos para representar la fisión gráficamente (en un dibujo).

Para ayudarse con esto, pueden consultar las páginas 10 y 11 del [Cuaderno 9. Serie Seguimos Educando](#), prestando particular atención para identificar cómo se usa el modelo a la hora de explicar los fenómenos.

### Actividad 3: ¿Cómo explicar algo en ciencias naturales?

Al inicio de la sección dijimos que nos proponíamos explicar diversos fenómenos y aplicaciones a partir de poner en juego el conocimiento de algunos modelos. Pero una explicación en ciencias naturales tiene ciertas características y elementos particulares que resulta necesario comprender para poder hacerlo. A su vez, conocer esto nos va a permitir diferenciar explicaciones científicas de aquellas provenientes de otros campos o del sentido común.

Esta actividad pretende ayudar a que las y los estudiantes identifiquen algunos elementos centrales de la construcción de una explicación en ciencias naturales: la diferencia entre explicar y describir, la necesidad de conectar los argumentos con las conclusiones, o la puesta en juego de un modelo.

Es importante tener en cuenta que la enseñanza de la argumentación científica escolar requiere de bastante apoyo y personalización por parte de las y los docentes. Esta propuesta toca sólo algunos aspectos del tema. Esperando que resulte una motivación para ahondar en estos aspectos, sugerimos consultar los siguientes artículos:

- [La argumentación científica escolar: Contribuciones a una alfabetización de calidad](#) (Revel Chion y Aduriz Bravo, 2014)
- [Construcción de explicaciones científicas escolares](#) (Gómez Galindo, 2006)

En particular, dentro de la Parte C, que se detalla más adelante, se espera que de la discusión planteada surjan **criterios que sirvan como base de orientación** a los que puedan recurrir las y los estudiantes a la hora de elaborar textos explicativos.

## Parte A: Describir y explicar

Tomemos el siguiente párrafo:

- Las centrales nucleares producen gran cantidad de energía eléctrica a partir del calor generado por las reacciones nucleares en su interior (que se usa para evaporar agua y mover una turbina con ese vapor).
- *Es fácil usarlo para responder **qué es una central nuclear o para qué sirve**. A primera vista, parece que también podríamos usarlo para responder a **¿cómo produce su energía?** (piensen un momento cómo responderían estas preguntas).*

- Sin embargo, si profundizamos un poco nos damos cuenta de que no nos ayuda si lo que queremos saber es **por qué** ocurre todo lo mencionado ahí. ¿Por qué las reacciones nucleares generan calor? ¿Por qué el vapor mueve una turbina? ¿Por qué el movimiento de la turbina genera electricidad?

- Vamos a hacer una distinción entonces: cuando decimos **CÓMO ES** algo, estamos haciendo una **descripción**, mientras que le vamos a llamar **explicación** cuando podemos decir **POR QUÉ** eso es así.

Busquen en el artículo leído (“El gato y la caja: A darle átomos”) algunos ejemplos con una descripción y otros con una explicación.

## Parte B: Usando modelos

Para decir **por qué** algo es de determinada manera u ocurre de cierta forma, en ciencias naturales recurrimos a nuestros modelos para argumentar.

Por ejemplo, para explicar por qué el núcleo atómico puede liberar energía, el autor del artículo mencionado anteriormente recurre al modelo de Einstein, que dice que hay una equivalencia entre masa y energía.



*El razonamiento, en resumen, es algo así: en los componentes separados del núcleo de helio hay más masa que en esos mismos componentes juntos (formando el núcleo), y como el modelo dice que la masa se puede transformar en energía, entonces se puede pensar que esa masa que le falta al núcleo de helio es la energía que se libera en el proceso.*

- Revisen los ejemplos de explicación que encontraron en el punto anterior, y marquen en ellos dónde les parece que se está usando un modelo para explicar algo. Si con este análisis les parece que alguno de los ejemplos que habían encontrado no se corresponde realmente con una explicación, fíjense si pueden encontrar otro que sí lo sea.

## Parte C: Construir una explicación

- El siguiente paso será que construyan una explicación.
- **En la Actividad 2 usaron un modelo atómico para describir cómo es una fisión nuclear. Ahora la propuesta es que, en grupo, recurran a lo planteado en el artículo leído anteriormente para generar una breve explicación que nos indique por qué la fisión de elementos pesados libera energía.**
- Antes de empezar a escribir, será necesario generar algunos acuerdos respecto de qué esperan de la explicación y sobre cómo armarla.
- Discutan y acuerden algunos puntos:

¿Qué ideas tendrían que aparecer en la explicación? Les damos algunos ejemplos:

- hay un comportamiento distinto en los elementos más pesados que el hierro respecto de los más livianos.
- van a usar la equivalencia entre masa y energía.
- pueden aprovechar la analogía con una balanza (adaptada a la nueva situación).

¿Cómo se conectan los argumentos con las conclusiones de la explicación? Hagamos una lista de conectores:

- entonces
- por lo tanto
- a su vez
- ...

¿A quién van a dirigir el texto? ¿Qué diferencias tendría un caso de otro?

- a un compañero o compañera que faltó y necesita ponerse al día.
- a un familiar en sus casas, que quiere saber qué están aprendiendo.
- a su docente.
- ...

La propuesta es que cada grupo comparta en un nuevo foro el texto producido. En una segunda instancia, pueden recorrer las producciones de otros grupos y aprovecharlas para mejorar la propia.

Lean las respuestas de los otros grupos: ¿encuentran algo entre lo que pensaron otros grupos que les permita mejorar lo suyo? Respondan a su propio mensaje con una nueva versión (mejorada) de su texto.

## Parte D: Fisión y fusión nuclear

Cerramos esta parte con una pregunta de síntesis:

*Parece entonces que hay situaciones en las que armar un núcleo atómico libera energía, mientras que hay otros casos en los que desarmar el núcleo es lo que libera energía. ¿Cuáles casos se corresponderán con el proceso de fisión nuclear? ¿Y con el de fusión?*

*Por cuestiones de conveniencia tecnológica, los dos elementos más usados para provocar estos procesos de manera intencionada son el uranio (U) y el hidrógeno (H). Ubíquenlos en la tabla periódica de los elementos. A partir de esto, ¿pueden deducir cuál servirá para los procesos de fisión y cuál para los de fusión nuclear?*

¿Es posible incorporar algo más al **glosario** a partir de lo trabajado?

### Actividad 4: Algo de perspectiva histórica

A lo largo de la historia de la ciencia, los modelos usados para entender distintos aspectos de la naturaleza han ido cambiando, porque las cosas que se pretendía explicar y las preguntas que las personas se hacían sobre el mundo también fueron cambiando con el tiempo.

En esta actividad lo que se pretende es combinar algo de la información contenida en el artículo El gato y la caja: A darle átomos, con lo que se menciona en otro fragmento del video [¿La energía nuclear es la peor de las villanas?](#) de la serie Seguimos Educando.

La propuesta consiste en confeccionar una línea de tiempo a partir de la información suministrada, pero dando un pequeño paso adicional. En el material citado (pueden sumarse otros recursos del micrositio del Plan Egresar) se mencionan distintas científicas y distintos científicos que, a lo largo de la historia, han contribuido a la formulación de modelos sobre la materia, el átomo, la radiactividad o los procesos nucleares. Pero el objetivo de la actividad no es sólo ubicar personajes en la línea de tiempo, sino también identificar qué modelos atómicos corresponden con cada momento y discutir sobre el tipo de problemas a los que se estaba intentando dar respuesta con ellos.

Una forma de gestionar esta actividad podría ser que, luego de armar la línea de tiempo base con las científicas y los científicos, y de ubicar, aunque sea de manera aproximada en qué momentos estaba vigente cada uno de los modelos atómicos mencionados en las fuentes, cada grupo tome uno de los modelos intentando entender el tipo de problemas involucrados.

- Hagan una lista con las científicas y los científicos que aparecen tanto en el video [¿La energía nuclear es la peor de las villanas?](#) como en el artículo “El gato y la caja: A darle átomos”, tomando nota de la época en la que vivieron o hicieron las contribuciones mencionadas.
- Armen una línea de tiempo con esta información. Marquen también, aunque sea de manera aproximada, en qué momentos estaba vigente cada uno de los modelos atómicos mencionados en las fuentes. ¿Qué tipo de problemas les parece que se estaba intentando responder en cada momento?
- Pueden armar todo esto en una lámina, sacarle una foto con su teléfono celular, y subirla al **buzón de tarea con el título “Algo de perspectiva histórica”**.

## Actividad 5: De regreso en el Centro Atómico

Al principio del itinerario se planteó la realización de una indagación que permitió que las y los estudiantes conocieran alguna aplicación de la tecnología o la energía nuclear. Luego, trabajamos sobre modelos para representar los procesos nucleares, al tiempo que analizamos en qué consiste una explicación en el campo de las ciencias naturales.

En esta actividad esperamos que las y los estudiantes puedan vincular todo esto para elaborar una explicación en la que se ponga en juego alguno de los modelos de modo tal que permita comprender en qué consiste y por qué funciona la tecnología nuclear seleccionada al inicio.

Para ello cada grupo estará a cargo de armar una sección dentro de una wiki colaborativa, dedicada a alguna de las aplicaciones de la tecnología nuclear.

Este punto invita a las y los estudiantes a visitar los criterios para elaborar explicaciones que fueron acordados en la Parte C de la Actividad 3, para usarlos como guía de su producción. A su vez, en una segunda instancia, se propone recurrir a esos mismos criterios para analizar críticamente el texto elaborado y corregirlo o mejorarlo si es posible.

- **Van a construir, de manera colaborativa, una wiki dentro del aula virtual en la que cada sección esté dedicada a alguna de las aplicaciones de la tecnología nuclear trabajadas (cada grupo se encarga de la parte correspondiente).**
- **La sección que le toca a cada grupo debe contener una breve descripción de la tecnología trabajada y sus aplicaciones, más una explicación que permita comprender por qué funciona (por supuesto, en esta explicación van a tener que poner en juego los modelos desarrollados).**
- Revisen la Parte C de la Actividad 3 para recordar las cosas que había que tener en cuenta para armar una buena explicación.
- Cuando la tengan escrita, vuelvan a leerla críticamente, intentando reconocer posibles puntos flojos en la producción (usen los criterios charlados). De esta manera, van a poder mejorar la explicación.

## MOMENTO 3: PROBLEMAS ASOCIADOS A LA ENERGÍA NUCLEAR

Este aspecto del tema abre la puerta al abordaje de la contracara de lo trabajado en los otros puntos: riesgos y peligros asociados al desarrollo nuclear (como problemas ambientales relacionados con los residuos radiactivos y/o posibles accidentes en las centrales nucleares). Esto permitirá llevar al aula, aunque sea de manera introductoria, la perspectiva de las problemáticas sociocientíficas con sus complejidades y múltiples aristas.

Puede encararse este eje luego de lo trabajado anteriormente o en paralelo con ello (en este último caso, sería una más de las líneas sobre las que los grupos pueden indagar).

Más allá del recorte elegido a la hora de armar este itinerario, en el micrositio del Plan Egresar hay diversos materiales para apoyar la construcción de la propuesta:

- a. El artículo [\*“Riesgo, tecnología nuclear y resistencia en Formosa, Argentina: la controversia en torno al proyecto CAREM y la NPUO2”\*](#) (Piaz, 2020) brinda interesantes puntos de vista para pensar la problemática.
- b. La secuencia didáctica [\*“Impacto ambiental”\*](#), elaborada por la CNEA, propone abordar comparativamente los impactos y características de distintas formas de generación de energía.
- c. Los artículos [\*“Emisión imposible”\*](#) y [\*“Los brigadistas de Chernobyl”\*](#), de *El gato y la Caja*, aportan recursos útiles para pensar el problema de la emisión de CO<sub>2</sub> o los riesgos asociados a accidentes en centrales nucleares.

Adicionalmente, ya que en esta parte se introducen las centrales nucleares de potencia (para la generación de energía eléctrica), esto permite trabajar nuevos elementos: generación, transporte, almacenamiento, transformación, conservación y degradación de energía. Fuentes actuales y futuras de energía, recursos renovables o no.

Los libros [\*La energía: cambios y movimientos \(serie Cuadernos para el aula\)\*](#) y [\*Energía: Características y contextos\*](#) (Serie Escritura en Ciencias - Docentes Aprendiendo en Red), disponibles en el micrositio del Plan Egresar, ofrecen ideas para pensar el trabajo alrededor del eje de la energía.