

Ciencias Naturales

Formación Específica del Ciclo Orientado

Radiación y energía nuclear: desafíos actuales

ED

CIENCIAS

Aprender y enseñar
con tecnologías digitales

Serie PROFUNDIZACIÓN · **NES**



Buenos Aires Ciudad



Vamos Buenos Aires

JEFE DE GOBIERNO

Horacio Rodríguez Larreta

MINISTRA DE EDUCACIÓN E INNOVACIÓN

María Soledad Acuña

SUBSECRETARIO DE PLANEAMIENTO EDUCATIVO, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Diego Javier Meiriño

DIRECTORA GENERAL DE PLANEAMIENTO EDUCATIVO

María Constanza Ortiz

GERENTE OPERATIVO DE CURRÍCULUM

Javier Simón

SUBSECRETARIO DE CIUDAD INTELIGENTE Y TECNOLOGÍA EDUCATIVA

Santiago Andrés

DIRECTORA GENERAL DE EDUCACIÓN DIGITAL

Mercedes Werner

GERENTE OPERATIVO DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EDUCATIVA

Roberto Tassi

SUBSECRETARIA DE COORDINACIÓN PEDAGÓGICA Y EQUIDAD EDUCATIVA

Andrea Fernanda Bruzos Bouchet

SUBSECRETARIO DE CARRERA DOCENTE Y FORMACIÓN TÉCNICA PROFESIONAL

Jorge Javier Tarulla

SUBSECRETARIO DE GESTIÓN ECONÓMICO FINANCIERA Y ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS

Sebastián Tomaghelli

Subsecretaría de Planeamiento Educativo, Ciencia y Tecnología (SSPECT)

Dirección General de Planeamiento Educativo (DGPLEDU)

Gerencia Operativa de Currículum (GOC)

Javier Simón

Equipo de generalistas de Nivel Secundario: Bettina Bregman (coordinación), Cecilia Bernardi, Ana Campelo, Cecilia García, Julieta Jakubowicz, Marta Libedinsky, Carolina Lifschitz, Julieta Santos

Especialistas: Gabriela Jiménez y Hernán Miguel (coordinación), Florencia Monzon, Patricia Moreno

Subsecretaría de Ciudad Inteligente y Tecnología Educativa (SSCITE)

Dirección General de Educación Digital (DGED)

Gerencia Operativa de Tecnología e Innovación Educativa (INTEC)

Roberto Tassi

Especialistas de Educación Digital: Julia Campos (coordinación), Ezequiel Lasnier

Equipo Editorial de Materiales Digitales (DGPLEDU)

Coordinación general de Contenidos Digitales: Silvia Saucedo

Colaboración y gestión de Contenidos Digitales: Manuela Luzzani Ovide

Edición y corrección: María Laura Cianciolo

Corrección de estilo: Vanina Barbeito, Ana Premuzic

Diseño gráfico y desarrollo digital: Patricia Peralta

Asistente editorial: Leticia Lobato

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires
Ciencias Naturales : radiación y energía nuclear: desafíos actuales. - 1a edición para el profesor - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Ministerio de Educación e Innovación, 2019.
Libro digital, PDF - (Profundización NES. Ciencia y Tecnología)

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-673-545-2

1. Educación Secundaria. 2. Ciencias Naturales. 3. Energía Nuclear. I. Título
CDD 507.12

ISBN 978-987-673-545-2

Se autoriza la reproducción y difusión de este material para fines educativos u otros fines no comerciales, siempre que se especifique claramente la fuente.
Se prohíbe la reproducción de este material para reventa u otros fines comerciales.

Las denominaciones empleadas en este material y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte del Ministerio de Educación e Innovación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de los países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Fecha de consulta de imágenes, videos, textos y otros recursos digitales disponibles en Internet: 15 de octubre de 2019.

© Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires / Ministerio de Educación e Innovación / Subsecretaría de Planeamiento Educativo, Ciencia y Tecnología.
Dirección General de Planeamiento Educativo / Gerencia Operativa de Currículum, 2019.
Holmberg 2548/96 2.º piso - C1430DOV - Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

© Copyright © 2019 Adobe Systems Software. Todos los derechos reservados.
Adobe, el logo de Adobe, Acrobat y el logo de Acrobat son marcas registradas de Adobe Systems Incorporated.

Presentación

La serie Profundización de la NES presenta distintas propuestas de enseñanza que ponen en juego los contenidos (conceptos, habilidades, capacidades, prácticas, valores y actitudes) definidos en el *Diseño Curricular* de la Formación General y la Formación Específica del Ciclo Orientado del Bachillerato de la Nueva Escuela Secundaria de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en el marco de la Resolución N.º 321/MEGC/2015. Estos materiales despliegan, además, nuevas formas de organizar los espacios, los tiempos y las modalidades de enseñanza.

Las propuestas de esta serie se corresponden, por otra parte, con las características y las modalidades de trabajo pedagógico señaladas en el documento *Orientaciones para la Organización Pedagógica e Institucional de la Educación Obligatoria*, aprobado por la Resolución CFE N.º 93/09, que establece el propósito de fortalecer la organización y la propuesta educativa de las escuelas de nivel secundario de todo el país. A esta norma, actualmente vigente y retomada a nivel federal por la “Secundaria 2030”, se agrega el documento *MOA - Marco de Organización de los Aprendizajes para la Educación Obligatoria Argentina*, aprobado por la Resolución CFE N.º 330/17, que plantea la necesidad de instalar distintos modos de apropiación de los saberes que den lugar a nuevas formas de enseñanza, de organización del trabajo docente y del uso de los recursos y los ambientes de aprendizaje. Se promueven también diversas modalidades de organización institucional, un uso flexible de los espacios y de los tiempos y nuevas formas de agrupamiento de las y los estudiantes, que se traduzcan en talleres, proyectos, articulación entre materias, experiencias formativas y debates, entre otras actividades, en las que participen estudiantes de diferentes años. En el ámbito de la Ciudad, el *Diseño Curricular de la Nueva Escuela Secundaria* incorpora temáticas emergentes y abre la puerta para que en la escuela se traten problemáticas actuales de significatividad social y personal para la población joven.

Existe acuerdo sobre la magnitud de los cambios que demanda el nivel secundario para lograr incluir al conjunto de estudiantes, y promover los aprendizajes necesarios para el ejercicio de una ciudadanía responsable y la participación activa en ámbitos laborales y de formación. Si bien se ha recorrido un importante camino en este sentido, es indispensable profundizar, extender e incorporar propuestas que hagan de la escuela un lugar convocante y que ofrezcan, además, reales oportunidades de aprendizaje. Por lo tanto, siguen siendo desafíos:

- Planificar y ofrecer experiencias de aprendizaje en formatos diversos.
- Propiciar el trabajo compartido entre docentes de una o diferentes áreas, que promueva la integración de contenidos.
- Elaborar propuestas que incorporen oportunidades para el aprendizaje y el desarrollo de capacidades.

Los materiales desarrollados están destinados a docentes y presentan sugerencias, criterios y aportes para la planificación y el despliegue de las tareas de enseñanza y de evaluación. Se incluyen también ejemplos de actividades y experiencias de aprendizaje para estudiantes. Las secuencias han sido diseñadas para admitir un uso flexible y versátil de acuerdo con las diferentes realidades y situaciones institucionales. Pueden asumir distintas funciones dentro de una propuesta de enseñanza: explicar, narrar, ilustrar, desarrollar, interrogar, ampliar y sistematizar los contenidos; así como ofrecer una primera aproximación a una temática, formular dudas e interrogantes, plantear un esquema conceptual a partir del cual profundizar, proponer actividades de exploración e indagación, facilitar oportunidades de revisión, contribuir a la integración y a la comprensión, habilitar instancias de aplicación en contextos novedosos e invitar a imaginar nuevos escenarios y desafíos. Esto supone que, en algunos casos, se podrá adoptar la secuencia completa, y, en otros, seleccionar las partes que se consideren más convenientes. Asimismo, se podrá plantear un trabajo de mayor articulación o exigencia de acuerdos entre docentes, puesto que serán los equipos de profesores y profesoras quienes elaborarán propuestas didácticas en las que el uso de estos materiales cobre sentido.

En esta ocasión se presentan secuencias didácticas destinadas al Ciclo Orientado de la NES, que comprende la formación general y la formación específica que responde a cada una de las orientaciones adoptadas por la Ciudad. En continuidad con lo iniciado en el Ciclo Básico, la formación general se destina al conjunto de estudiantes, con independencia de cada orientación, y procura consolidar los saberes generales y conocimientos vinculados al ejercicio responsable, crítico e informado de la ciudadanía y al desarrollo integral de las personas. La formación específica, por su parte, comprende unidades diversificadas, como introducción progresiva a un campo de conocimientos y de prácticas específico para cada orientación. El valor de la apropiación de este tipo de conocimientos reside no solo en la aproximación a conceptos y principios propios de un campo del saber, sino también en el desarrollo de hábitos de pensamiento riguroso y formas de indagación y análisis aplicables a diversos contextos y situaciones.

Para cada orientación, la formación específica presenta los contenidos organizados en bloques y ejes. Los bloques constituyen un modo de sistematizar, organizar y agrupar los contenidos, que, a su vez, se recuperan y especifican en cada uno de los ejes. Las propuestas didácticas de esta serie abordan contenidos de uno o más bloques, e indican cuál de las alternativas curriculares propuestas en el diseño curricular vigente y definida institucionalmente resulta más apropiada para su desarrollo.

Los materiales presentados para el Ciclo Orientado dan continuidad a las secuencias didácticas desarrolladas para el Ciclo Básico. El lugar otorgado al abordaje de problemas complejos procura contribuir al desarrollo del pensamiento crítico y de la argumentación desde

perspectivas provenientes de distintas disciplinas. Se trata de propuestas alineadas con la formación de actores sociales conscientes de que las conductas colectivas e individuales tienen efectos en un mundo interdependiente. El énfasis puesto en el aprendizaje de capacidades responde a la necesidad de brindar experiencias y herramientas que permitan comprender, dar sentido y hacer uso de la gran cantidad de información que, a diferencia de otras épocas, está disponible y es fácilmente accesible para todas las personas. Las capacidades constituyen un tipo de contenidos que debe ser objeto de enseñanza sistemática. Para ello, la escuela tiene que ofrecer múltiples y variadas oportunidades, de manera que las y los estudiantes las desarrollen y consoliden.

En esta serie de materiales también se retoman y profundizan estrategias de aprendizaje planteadas para el Ciclo Básico y se avanza en la propuesta de otras nuevas, que respondan a las características del Ciclo Orientado y de cada campo de conocimiento: instancias de investigación y de producción, desarrollo de argumentaciones fundamentadas, trabajo con fuentes diversas, elaboración de producciones de sistematización de lo realizado, lectura de textos de mayor complejidad, entre otras. Su abordaje requiere una mayor autonomía, así como la posibilidad de comprometerse en la toma de decisiones, pensar cursos de acción, diseñar y desarrollar proyectos.

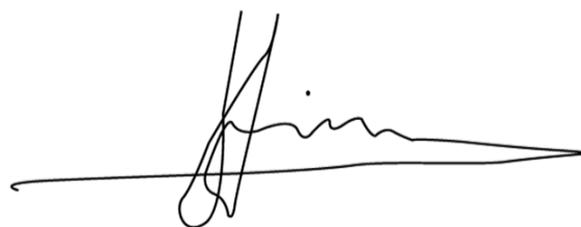
Las secuencias involucran diversos niveles de acompañamiento e instancias de reflexión sobre el propio aprendizaje, a fin de habilitar y favorecer distintas modalidades de acceso a los saberes y los conocimientos y una mayor inclusión.

Continuamos el recorrido iniciado y confiamos en que constituirá un aporte para el trabajo cotidiano. Como toda serie en construcción, seguirá incorporando y poniendo a disposición de las escuelas de la Ciudad nuevas propuestas, que darán lugar a nuevas experiencias y aprendizajes.



María Constanza Ortiz

Directora General de Planeamiento Educativo



Javier Simón

Gerente Operativo de Currículum

¿Cómo se navegan los textos de esta serie?

Los materiales de la serie Profundización de la NES cuentan con elementos interactivos que permiten la lectura hipertextual y optimizan la navegación.



Adobe Reader Copyright © 2019.
Todos los derechos reservados.

Para visualizar correctamente la interactividad se sugiere bajar el programa [Adobe Acrobat Reader](#) que constituye el estándar gratuito para ver e imprimir documentos PDF.

Pie de página

Volver a vista anterior

Al clicar regresa a la última página vista.



Ícono que permite imprimir.



Folio, con flechas interactivas que llevan a la página anterior y a la página posterior.

Índice interactivo

Introducción

Plaquetas que indican los apartados principales de la propuesta.

Itinerario de actividades

Actividad 1

Radioterapia

Se aborda el problema de irradiar un tumor minimizando el daño en los tejidos sanos que rodean a las células tumorales. Se propone que los/las estudiantes ofrezcan soluciones alternativas a esta cuestión que constituyó una gran dificultad en toda la tradición de la

Organizador interactivo que presenta la secuencia completa de actividades.

Notas al final

¹ Símbolo que indica una nota. Al clicar se direcciona al listado final de notas.

Notas

¹ Ejemplo de nota al final.

Actividades

Actividad 1 Radioterapia

Se requiere eliminar un tumor mediante radiación sostenida sobre las células malignas.

Íconos y enlaces

El color azul y el subrayado indican un [vínculo](#) a un sitio/página web o a una actividad o anexo interno del documento.



Indica apartados con orientaciones para la evaluación.

Índice interactivo



Introducción



Contenidos, objetivos de aprendizaje y capacidades



Itinerario de actividades



Orientaciones didácticas y actividades



Orientaciones para la evaluación



Anexos



Bibliografía

Introducción

Se propone una estructura de desafíos o problemas sobre temáticas científicas específicas con la finalidad de promover el desarrollo de diversos contenidos de la orientación en Ciencias Naturales enfocados a promover el desarrollo de capacidades (análisis de la información, pensamiento crítico, educación digital, y el resto de las capacidades elegidas para la NES).

En este contexto, el desafío propuesto está vinculado de manera directa a un problema real con cierto grado de relevancia social; la complejidad en cuanto a su descripción y abordaje estará supeditada al contexto escolar y a los conocimientos y habilidades de los/las estudiantes que participen en la actividad. Este problema constituye el punto de partida o la propuesta de enseñanza para promover aprendizajes que ponen énfasis en la resolución de problemas, el trabajo colaborativo, la integración de los saberes de distintas disciplinas y la comprensión de la complejidad de la realidad.

Este tipo de propuesta favorece el diseño en equipo de aproximaciones a la búsqueda de soluciones creativas e innovadoras desde la perspectiva de las ciencias y la tecnología a problemas actuales.

En el marco del enfoque STEAM (sigla del inglés que incluye en sus iniciales las *ciencias*, la *tecnología*, la *ingeniería*, el *arte* y la *matemática*), esta propuesta integra una serie de disciplinas consideradas imprescindibles para la construcción de conocimiento.

Los desafíos elegidos son solo una muestra que puede incrementarse con otras temáticas, de manera que esta forma de trabajo se extienda más allá de los casos seleccionados en esta secuencia. Esperamos dar el primer paso para promover una modalidad de trabajo que se adapte a los diferentes desafíos que cada docente considere apropiado para sus instituciones y sus estudiantes.

La promoción de un aprendizaje basado en desafíos contempla y promueve el trabajo colaborativo mediante actividades grupales que apuntan al desarrollo de diferentes capacidades y se refieren a diferentes problemas con cierto grado de relevancia para la sociedad, que admiten una diversidad de propuestas de solución o de mejora de las soluciones existentes.

La colección de desafíos puede agruparse en diferentes ejes que recorren cierta diversidad:

- Áreas disciplinares.
- Espacios curriculares.
- Tipo de actividad que se promueve.

Áreas disciplinares

Las áreas disciplinares que pueden ser convocadas en la medida en que los grupos de estudiantes propongan soluciones integrales son muy variadas dentro del espectro de las ciencias y las tecnologías. Sin embargo, podemos prever que serán relevantes las siguientes disciplinas:

- Física
- Química
- Ciencias de la vida
- Ingenierías
- Astrofísica
- Matemática
- Informática

Espacios curriculares

Cada docente podrá elegir desafíos que se relacionan en mayor o menor grado con ciertos espacios curriculares de la Formación Específica:

- Radiación y vida (RV)
 - Partículas, energía y cosmología (PEC)
 - Problemáticas científicas de impacto social (PCIS)
 - Química, alimentación y salud (QAS)
 - Arte y ciencia (Arte y ciencias naturales / Literatura, cine y ciencia) (ART)
- (Se utilizarán las siglas para referir a estos espacios dentro de cada desafío).

Tipos de actividades

Las actividades se pueden agrupar en función del tipo de capacidades o área de desarrollo que se promueve en ellas. Es así como se podrán encontrar seis tipos de actividades seleccionadas que aparecen en los distintos desafíos:

1. Uso de simuladores (SIM)
2. Generación de analogías (ANA)
3. Valoración comparativa (COMP)
4. Aplicaciones industriales (IND)
5. Utilización en las ciencias de la vida (VID)
6. Valoración estratégica nacional (NAC)

(Se utilizarán las siglas para referir a estos espacios dentro de cada desafío),

Cada uno de estos tipos de actividades puede dirigirse a diferentes objetos de estudio, lo cual diversifica las propuestas y permite prever nuevos desafíos para distintas combinaciones. En el [anexo 1](#) se indica de qué modo se puede extender la diversidad de desafíos.

Contenidos, objetivos de aprendizaje y capacidades

Objetivos de aprendizaje

Bloque: Estructura y dinámica del universo

- Conocer desarrollos en el estudio de campos de frontera, tales como los del área cosmológica, de partículas elementales y de energía nuclear.
- Recurrir a conocimiento disciplinar relevante para analizar y valorar decisiones científicamente informadas en cuestiones científicas y tecnológicas de relevancia social.
- Comprender fenómenos asociados a procesos biológicos, en la Tierra primitiva y en la actualidad, en los que la radiación juega un papel fundamental.

Bloque: Química, alimentación y salud

- Argumentar en forma escrita y oral sobre problemas complejos relacionados con cuestiones de salud y alimentación.
- Resolver problemas relacionados con temáticas de la salud y la alimentación aplicando herramientas propias de la química.
- Recurrir a los conocimientos químicos referidos a los alimentos y a la salud en situaciones concretas (cotidianas o no).

Bloque: El conocimiento en Ciencias Naturales

- Reconocer diferentes perspectivas respecto de la relación entre las demandas sociales, las soluciones científicas y tecnológicas y el ajuste entre metas perseguidas, efectos no deseados y nuevos horizontes de desafío para la investigación y el desarrollo.
- Construir y valorar argumentaciones en materia de asuntos polémicos que involucren conocimientos de ciencia y tecnología.

Bloque: Ciencia, arte y literatura

- Participar en el estudio de casos y proyectos de trabajo en los que puedan identificar, distinguir y valorar las diversas interacciones entre el arte y las ciencias naturales.
- Valorar los temas científicos que se desarrollan en esas propuestas en el contexto de producción intelectual correspondiente.
- Reflexionar sobre los modelos de sociedad que se plantean en las obras y las relacionen con los modos de ser, de vivir, de comunicarse y de consumir la tecnología en el momento histórico de los lectores.

Bloques/Ejes/Contenidos	Capacidades
<p>Estructura y dinámica del universo <i>Partículas, energía y cosmología.</i> Un universo de partículas y radiación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espectro electromagnético. • Espectro de emisión de los materiales. • Emisión y absorción de radiación por distintos elementos. • Relación de equivalencia masa-energía. Distintos fenómenos de radiactividad. • Energía de unión por nucleón. Fisión y fusión nuclear. • Reacciones de nucleosíntesis en el sol. <p>La estructura y dinámica de la materia como fuente de energía</p> <ul style="list-style-type: none"> • Combustible nuclear. Reactores nucleares. <p>Productos para la medicina nuclear.</p>	<p>Comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Argumentar utilizando conocimientos relevantes de las ciencias naturales y evaluar la calidad de las fuentes de información relevante. • Comprender y distinguir la especificidad del lenguaje de las ciencias. <p>Pensamiento crítico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir el sistema y su dinámica con diferentes grados de aproximación. • Diseñar y concebir modos de puesta a prueba de las previsiones respecto de los fenómenos en estudio.

- Uranio enriquecido y agua pesada.
- Desarrollos en la Argentina en energía nuclear en comparación con el resto de los países con tecnología nuclear.
- Estudios de los motivos y evaluación de las consecuencias de accidentes nucleares notables.
- Tratamiento de residuos nucleares e impacto ambiental.
- Principios para un reactor de fusión.
- Análisis comparativo de eficiencia, riesgo, impacto y contaminación ambiental entre distintas fuentes de obtención de energía.

Radiación y vida

Radiación artificial

- Interacciones de la radiación con la materia biológica.
- Diferentes efectos según su frecuencia (radio, bluetooth, microondas, visible, UV, X, gamma).
- Radioisótopos. Medicina nuclear. Radioterapia.
- Radiación en el tratamiento de alimentos.
- Radiación en el control de plagas.
- Desarrollos en la Argentina.

Química, alimentación y salud

Química en alimentación

- Estabilidad e inocuidad de los alimentos.
- Métodos de conservación de los alimentos.

Conocimiento en Ciencias Naturales

Problemáticas científicas de impacto social

- Construcción de argumentos sobre cuestiones polémicas.
- Tres perspectivas de ciencia y tecnología en sociedad:
 - Racionalidad instrumental.
 - Sociedad del conocimiento.
 - Gestión del riesgo.

Ciencia, arte y literatura

Literatura, cine y ciencia

- El rol y el valor de la ciencia, y los avances tecnológicos en estas propuestas literarias.
- El rol de los avances científicos en la creación de la propuesta literaria.
- Los temas y problemas que la ciencia aporta al mundo de ficción.

Análisis y comprensión de la información

- Comprender y analizar la pertinencia de información vertida en debates y argumentos para su valoración en cuanto al respaldo que otorgan a las posturas que se defienden en diferentes publicaciones o manifestaciones.

Resolución de problemas, conflictos

- Calcular y predecir los resultados de cierta configuración de condiciones iniciales para un sistema en estudio.
- Sopesar los argumentos y evidencias que sustentan las posiciones de diferentes actores en una determinada problemática científica de impacto social.
- Evaluar la contribución de las ciencias naturales a la resolución de problemáticas de impacto social.

Interacción social, trabajo colaborativo

- Comprender la necesidad de difusión de ciertos conocimientos para atender a situaciones concretas de su comunidad.

Cuidado de sí mismo, aprendizaje autónomo y desarrollo

- Articular saberes de distintas áreas del pensamiento y de la cultura y adquirir una visión integrada de sí mismos y de su entorno.

Valoración del arte

- Comprender el modo en que la ciencia y el arte se influyen mutuamente en un círculo virtuoso de quehacer creativo y sistemático.

Los espacios del *Diseño Curricular* jurisdiccional sugeridos para el abordaje de esta propuesta son los siguientes:

Alternativa A

Partículas, energía y cosmología (5.º año); Radiación y vida (5.º año).

Alternativa B

Estructura del Universo (4.º año); Energía, radiación y vida (5.º año).

Alternativas A y B

Química, alimentación y salud (5º año); Problemáticas científicas con impacto social (5º año); Arte y ciencia (Arte y ciencias naturales / Literatura, cine y ciencia) (5º año); Historia (orientada) (5º año)

Educación Digital

Desde Educación Digital se propone que los/las estudiantes puedan desarrollar las competencias necesarias para un uso crítico, criterioso y significativo de las tecnologías digitales. Para ello —y según lo planteado en el [“Marco para la Educación Digital”](#) del *Diseño Curricular* de la NES— es preciso pensarlas en tanto recursos disponibles para potenciar los procesos de aprendizaje en forma articulada, contextualizada y transversal a los diferentes campos de conocimiento.

Competencias digitales	Alcance
Creatividad	Desarrollo de prácticas innovadoras asociadas a la cultura digital, integrando prácticas culturales emergentes, produciendo creativamente y construyendo conocimiento mediante la apropiación de las TIC.

Itinerario de actividades

Actividad 1

Radioterapia

Se aborda el problema de irradiar un tumor minimizando el daño en los tejidos sanos que rodean las células tumorales. Se propone que los/las estudiantes ofrezcan soluciones alternativas a esta cuestión que constituyó una gran dificultad en toda la tradición de la radioterapia y para la cual se han implementado gradualmente diferentes estrategias.

Actividad 2

Simulación de planta nuclear

El uso de simuladores computacionales permite comprender los tiempos de reacción y recuperación del equilibrio en sistemas dinámicos para los cuales no es sencillo el acceso directo. Se propone el trabajo con simuladores para comprender mejor el complejo funcionamiento de una planta nuclear atendiendo a la demanda de la población.

Actividad 3

Simulación de reacciones nucleares estelares

Se propone el trabajo con simulaciones para comprender varios aspectos de la química, la física y la dinámica del universo.

Actividad 4

Modelo de reactor nuclear

Se propone el armado de una maqueta con partes fundamentales que simulen el funcionamiento de un reactor nuclear. El propósito es informar a la comunidad acerca de la generación de energía usando centrales nucleares.

Actividad 5

Modelo de planta de irradiación

Se propone el armado de una maqueta con partes fundamentales que simulen el funcionamiento de una planta de irradiación de alimentos. El propósito es informar a la comunidad acerca de la utilidad de este método de conservación focalizando en eliminar los mitos que la población tiene sobre este tipo de actividades.

Actividad 6

Análogo de reacción en cadena

Se propone la construcción de una analogía de una reacción en cadena, y en particular mostrar un análogo de reacción en cadena controlada.

Actividad 7

Comparación de fuentes de energía

Se plantea el desafío de seleccionar la fuente de energía más adecuada para una cierta región del país teniendo en cuenta los recursos disponibles y la demanda de la población.

Actividad 8

Energía nuclear a medida

Se propone que los/las estudiantes diseñen un reactor según especificaciones que apunten a diferentes finalidades. Se valora la elección de características que sean más viables para nuestro país.

Actividad 9

Radiación y control de plagas

Se plantea el problema de combatir un virus de una enfermedad humana que se transmite por la picadura de un insecto volador. Dentro de las estrategias sugeridas está la irradiación de insectos para disminuir su proliferación.

Actividad 10

Radiación y alimentos

Se plantea como problema la comunicación acerca de la irradiación de alimentos para facilitar una decisión ciudadana informada.

Actividad 11

Radiación y arte

Se propone el desafío de generar una producción audiovisual a partir de producciones cinematográficas conocidas con el fin de que desarrollen un material propio que les permita analizar el uso de la energía nuclear, mostrando sus pros y sus contras.

Orientaciones didácticas y actividades

Los desafíos que integran esta secuencia están enfocados a promover el trabajo colaborativo mediante actividades grupales. Son casos seleccionados como ejemplos, que pueden ilustrar el modo en que apuntan al desarrollo de diferentes capacidades y se refieren a diferentes problemas con cierto grado de relevancia para la sociedad.

Cada docente podrá introducir agregados o modificaciones, o generar desafíos nuevos ampliando los focos de interés o variando el tipo de resultados esperables (entregables). También podrá elegir otros problemas que resulten relevantes para el contexto escolar, de su región o a escala global, y extender este tipo de propuestas a otras temáticas.

Por este motivo, parece de interés analizar con un poco más de detalle qué características tiene este tipo de propuesta basada en aprendizaje mediante desafíos.

En el documento [Enseñanza y aprendizaje basados en desafíos](#), se detallan las características deseables para generar desafíos que tengan riqueza y apertura, que favorezcan este tipo de propuestas. Ver también el esquema en el anexo 3 del presente documento, [“Características de un desafío”](#).

Actividad 1. Radioterapia (VID) (NAC) (RV)

Actualmente, la radioterapia es un modo eficaz para combatir una gran variedad de tumores. El funcionamiento de esta estrategia terapéutica consiste en enviar radiación hacia las células que se desea eliminar. Hay diversas variables que pueden combinarse para hacer que este tipo de terapia tenga mejores resultados y menor impacto en las células sanas. Sin embargo, la investigación sigue tratando de minimizar los efectos no deseados y aumentar la eficacia en la destrucción de células tumorales. Es así como se van diseñando nuevos modos y artefactos tecnológicos que introducen innovaciones paso a paso e incluso echan mano de diferentes tipos de radiación.

Por este motivo constituye un campo de investigación y desarrollo que todavía puede ofrecer un desafío real para la comunidad científica y tecnológica.

Argentina ha desarrollado centros de vanguardia en radioterapia como consecuencia de su alta tecnología en la producción y el manejo de radioisótopos y de otros desarrollos en física médica. Este campo presenta grandes avances en los últimos años y parece promisorio para desarrollos futuros.

En esta actividad se les propone a los/las estudiantes ser partícipes activos de estas innovaciones ideando alternativas que hagan foco en estos aspectos: reducir los efectos no deseados y mejorar los deseados.

Se comparten, a continuación, algunas de las terapias actuales que utilizan radiaciones a modo de ejemplo.

Radioterapia



Equipo usado para radioterapia.

El/la paciente que será irradiado/a se coloca en la plataforma, mientras que la fuente de radiación está en la parte superior. El aparato permite que la fuente de radiación pueda trasladarse y pivotar sobre la zona del tumor de modo tal que las células del tumor están siempre bajo la acción de la radiación, mientras se intenta minimizar la irradiación de células sanas. Para ello, se implementan varias estrategias y accesorios adicionales que protegen el resto de las zonas de cada paciente según su patología.

Protonterapia



Equipo usado para protonterapia.

La búsqueda de innovaciones llevó al desarrollo de la protonterapia, que consiste en radiación mediante una fuente de protones. Otras innovaciones incluyen la radioterapia por captura neutrónica en boro, en la que nuestro país participa desde la primera década de este siglo. De esta manera, algunos de los efectos no deseados se reducen en gran medida. Estas nuevas técnicas evolucionan a lo largo de distintas etapas. Primero, tiene lugar un período de experimentación y de ajuste u optimización de los nuevos artefactos. Luego, se estandarizan los métodos de aplicación según protocolos que indican el modo en que se debe proceder para cada patología. Finalmente, se extiende el uso de estas tecnologías hasta alcanzar la disponibilidad de estos recursos de manera masiva en los servicios de salud pública. Toda esta evolución de la tecnología toma un tiempo en el que se fijan los estándares de seguridad, se optimizan los costos de la terapia y se planifica su aplicación a pacientes de diversas patologías. Durante estos períodos, que pueden ser bastante extensos, algunos/as pacientes podrían no disponer de estas nuevas terapias.

Para profundizar



- [Ciencia al servicio de la salud](#), en Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
- [Medicina nuclear. Radioisótopos](#), en Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).
- [Tecnología nuclear para la salud. Por una mejor calidad de vida](#), en Comisión Nacional de Energía Atómica, Ministerio de Hacienda, República Argentina.
- [Tecnología nuclear para la salud. Centros de medicina nuclear](#), en Comisión Nacional de Energía Atómica, Ministerio de Hacienda, República Argentina.
- [Reactor multipropósito RA10. Tecnología nacional de vanguardia para la salud, la ciencia y la industria](#), en Comisión Nacional de Energía Atómica, Ministerio de Hacienda, República Argentina.
- [“Tuvo lugar en Buenos Aires el Primer Workshop Argentino de Protonterapia”](#), en Comisión Nacional de Energía Atómica, Ministerio de Hacienda, República Argentina.
- [“1º Workshop Argentino de Protonterapia”](#), en CNEA Arg.
- [Portal Educativo de la CNEA](#).

Actividad 1 Radioterapia

Se utiliza esta técnica cuando se requiere eliminar un tumor mediante radiación sostenida sobre las células malignas.

Al irradiar el tumor, también la radiación daña los tejidos que están en toda la línea del camino desde la fuente de radiación hacia el tumor, atravesando todas las células en esa dirección.

- a. Diseñar al menos tres estrategias para utilizar radiación y minimizar el daño en tejidos sanos al mismo tiempo que la radiación se concentra en los tejidos tumorales.
- b. Preparar una animación en la que se visualice el modo de funcionamiento de las estrategias diseñadas.
- c. Confeccionar infografías que permitan respaldar las estrategias elegidas.
- d. Presentar un informe sobre los métodos terapéuticos que están disponibles en el país y/o en otros países de la región.
- e. Detectar qué aspectos quedan todavía por resolver.

Entregables (elegir al menos dos):

- Presentación con información que apoye la combinación de características elegidas y permita la divulgación en la comunidad ampliada.
- Diagramas de funcionamiento esquemáticos para describir los procesos terapéuticos resaltando los aspectos innovadores.
- Animaciones de algunos detalles del funcionamiento y procesos involucrados en las estrategias seleccionadas.
- Modelo (partes móviles) de funcionamiento comandado con Arduino.

Para el desarrollo de esta actividad, se recomienda planificar y pautar, desde el inicio, los tiempos de presentación de los entregables, así como su elección por parte de los/las estudiantes.

El tiempo sugerido para la actividad 1 podría ser entre 2 y 3 semanas, según el tipo de entregables que elijan los grupos. La preparación del modelo con partes móviles comandadas por Arduino puede requerir más tiempo y, simultáneamente, facilita el desarrollo de otras capacidades.

Podría resultar útil diseñar una rúbrica de evaluación que comprenda los principales aspectos que serán evaluados en cada entregable (que pueden coincidir con los esperados en otras actividades).

Actividad 2. Simulación de planta nuclear (SIM) (PEC)

Los simuladores computacionales tienen la ventaja de proveer un espacio de ensayo para el manejo de sistemas complejos en los que diversas variables están correlacionadas, de manera que puede ser de interés entrenarse en lograr controlar el sistema para mantenerlo en algún estado elegido.

Por otra parte, el solo uso del simulador es un modo efectivo de poder descubrir las correlaciones entre variables que los programadores han tenido en cuenta al diseñarlo.

En la primera parte de esta actividad, se propone que los/las estudiantes resuelvan un desafío en el que deben utilizar alguna simulación sobre el funcionamiento de una planta nuclear.

Algunos de los procesos que tienen lugar en un reactor nuclear pueden comprenderse mejor si a la descripción teórica se le suma el uso de simuladores en los que podemos simular estar operando la central nuclear para distintos momentos de demanda de energía de la población. De este modo, no solo se debe poder controlar el equilibrio de las reacciones en cadena del núcleo, sino también disminuirlas o aumentarlas en función de la demanda de la red de usuarios. Dado que la población tiene diferentes actividades durante el día, la demanda de energía de una ciudad no es constante, sino que depende del tipo de actividad, la temperatura, el ambiente, el tipo de industrias o la producción que haya en su área de influencia, etcétera. Por este motivo, las centrales nucleares tienen que poder acompañar las modificaciones en la producción de energía eléctrica atendiendo a la demanda de la población.

Se propone ver un [ejemplo de simulador](#), que podría ser utilizado en esta actividad acompañado del uso de las aplicaciones de traductor para comprender los rótulos de los comandos.

En la segunda parte de la actividad, se sugiere la modificación del propio *software* (intervenir un simulador de código abierto) y, de este modo, se invita a los grupos de estudiantes a realizar innovaciones incrementales en el simulador. Esto promueve varias de las capacidades en educación digital a la vez que es un excelente momento para plasmar en el simulador algunos aspectos que los/las estudiantes han comprendido y que el simulador original no contempla.

Esta opción puede incluirse, o no, en el desafío, según las características, los conocimientos o las inquietudes, y también según los recursos que cada institución tenga.

Actividad 2 Simulación de planta nuclear

Primera parte

- a. Busquen un simulador de reactor nuclear y ensayen las siguientes maniobras:
 - Mantener el reactor encendido y estable respecto de la salida de potencia y su temperatura interior.
 - Subir la potencia que entrega el reactor durante un horario en particular del día (horas de máxima demanda de energía).
 - Ensayar el encendido y apagado del reactor, y lograr que el encendido se acerque al estado de régimen (estable) elegido, sin que fluctúe ni sobrepase los valores elegidos.
 - Detectar las variables para las que el funcionamiento del reactor tiene mayor inercia y aquellas para cuales tiene comportamiento muy sensible.
 - Detectar qué variables pueden producir un desperfecto y una alarma en el reactor.

Segunda parte

- b. Elijan un simulador de código abierto y que pueda modificarse.
 - Modificar algunas de las características para las que el reactor era poco sensible y hacerlo más sensible.
 - Modificar el simulador de modo que se agregue otra correlación entre variables ya existentes en el simulador pero que no estaban correlacionadas.
 - Agregar una variable nueva para el simulador, contemplando el modo de configurar el valor inicial y el modo de variación.
 - Incluir una tecla de apagado automático que funcione como botón de emergencia.

Entregables

Primera parte

- Presentar capturas de pantalla con estados específicos del simulador para mostrar estados de equilibrio según los objetivos señalados.
- Describir y comunicar mediante un esquema las estrategias con las que pueden variarse las condiciones del simulador.
- Presentar un video tutorial de cómo operar el simulador.

Segunda parte

- Describir y comunicar mediante un esquema las modificaciones que se han realizado al simulador.
- Diagramas de funcionamiento esquemáticos para esos nuevos controles.
- Video tutorial de cómo operar el simulador en sus nuevos aspectos.
- Diseñar un póster de promoción de la nueva versión del simulador.

Este tipo de propuestas provee un escenario privilegiado para comprender procesos multicausales con tiempos de reacción lentos, y, de ese modo, se puede promover el pensamiento más abstracto al no visualizarse tan rápidamente los cambios operados en determinado momento.

Asimismo, se puede comprender el funcionamiento básico de una planta nuclear mediante el uso exitoso de simuladores. Cada estudiante tiene éxito en el manejo del simulador cuando logra estabilizar el sistema en un determinado nivel que ha sido previamente elegido.

Es importante que los/las estudiantes comprendan que el funcionamiento de las plantas nucleares básicamente consiste en calentar agua o vapor para mover una turbina que genera electricidad. El calor proviene de los elementos radiactivos que se usan como combustible.

Esta organización, en la que la energía nuclear se aprovecha para calentar un material fluido que, más tarde, mueve una turbina que genera electricidad, da como resultado que haya varios peldaños que deban ser controlados. Esto es una tarea delicada, y un simulador puede proveer un buen ejercicio para lograr estas destrezas.

Para el desarrollo de esta actividad, se sugiere una semana para la primera parte y dos semanas para la segunda.

Actividad 3. Simulación de reacciones nucleares estelares (SIM) (PEC)

La simulación de las reacciones nucleares en el interior de una estrella permite que cada estudiante pueda comprender varios aspectos asociados con la química, la física y la dinámica del universo.

Con ello también se sientan las bases conceptuales para comprender qué se podría contar en el futuro con reactores de fusión y no solamente con reactores de fisión como los que hay en la actualidad.

Por otra parte, la comprensión de los fenómenos de nucleosíntesis permite echar luz sobre el origen de los elementos y la forma en que han sido clasificados en la tabla periódica. Clasificación que bien podría modificarse según los aspectos que se quisieran resaltar. El tema de las clasificaciones es un desafío en sí mismo ya que los seres humanos usamos las clasificaciones para facilitar el modo en que comprendemos el entorno e intervenimos en él. Pero estas clasificaciones suelen ser motivo de revisión cada vez que el conocimiento científico se ve obligado a cambiar parte de sus teorías.

En esta actividad, como en la anterior, se propone nuevamente el trabajo con simulaciones, pero profundizando en el tema de las reacciones nucleares.

Para profundizar

- [Nucleosynthesis Simulator](#), en The University of North Carolina at Chapel Hill.
- [Fe\[26\]](#).
- [Stellar Nucleosynthesis](#), en Wolfram Demonstrations Project.
- [“Brian Greene: ¿Es nuestro universo el único universo?”](#).

Actividad 3 Simulación de reacciones nucleares estelares

Primera parte

- Buscar un simulador de reacciones nucleares en las estrellas y ensayar las siguientes maniobras:
 - Encontrar la masa inicial mínima de una nube de polvo y gas, que, por colapso gravitatorio, puede dar lugar al nacimiento de una estrella.
 - Elegir que la composición de la nube primigenia sea solamente de hidrógeno, como si se tratara de una estrella de primera generación.
 - Elegir una proporción aceptable entre hidrógeno y helio para analizar la masa mínima de activación de las reacciones en la estrella.
 - Detectar los distintos procesos de creación de núcleos atómicos.
 - Hacer captura de pantalla de los gráficos de disminución de hidrógeno y creación de helio en estrellas de distinta configuración inicial.

Segunda parte

- Elegir un simulador de código abierto y que pueda modificarse.
 - Modificar algunas de las características para que la dinámica de la estrella sea más estable (menos diferente) frente a variaciones de la configuración inicial.
 - Modificar el simulador de modo que pueda experimentarse con un valor más alto o más bajo de atracción gravitatoria.
 - Modificar el simulador de modo que la energía liberada en las reacciones de fusión sea diferente y pueda dar como resultado estrellas más luminosas o menos luminosas para una misma masa y conformación inicial.
 - Agregar una variable nueva para el simulador, contemplando el modo de configurar el valor inicial y el modo de variación.
 - Incluir en la simulación que se pueda apreciar el surgimiento de gigantes rojas, o generar otra simulación.

- Incluir en la simulación que se pueda apreciar el surgimiento de una enana blanca, o generar otra simulación.
- Incluir en la simulación que se pueda apreciar el surgimiento de un agujero negro, o generar otra simulación.

Entregables

Primera parte

- Presentar capturas de pantalla con estados específicos del simulador para mostrar estados de equilibrio de la estrella en sus diferentes etapas.
- Describir y comunicar mediante un esquema las estrategias con las que pueden variarse las condiciones del simulador.
- Presentar un video tutorial de cómo operar el simulador.

Segunda parte

- Describir y comunicar mediante un esquema las modificaciones que se han realizado al simulador.
- Diagramas de funcionamiento esquemáticos para esos nuevos controles.
- Presentar un video tutorial de cómo operar el simulador en sus nuevos aspectos.
- Diseñar un póster de promoción de la nueva versión del simulador estelar.

Actividad 4. Modelo de reactor nuclear (NAC) (PEC)

Una de las dimensiones de la comprensión es la comunicación. Sin embargo, la comunicación puede tener, a su vez, múltiples facetas que pueden aprovecharse como oportunidad de desarrollo de las capacidades. Es así como se sugiere el armado de una maqueta con partes que simulan ser las piezas fundamentales de un reactor nuclear. La finalidad de este trabajo es informar a la comunidad ampliada, por lo cual no se debe presuponer que la audiencia conozca sobre reactores nucleares. En este sentido se ofrece a los grupos de estudiantes el desafío de ser quienes realicen la transposición didáctica para comunicar al público el funcionamiento de un reactor nuclear.

Al mismo tiempo se aprovecha esta actividad para promover la educación digital por medio del uso de Arduinos que puedan controlar parte de la maqueta.

Se comparten, a continuación, ejemplos de reactores nucleares que pueden servir para guiar el trabajo de los/las estudiantes.

Central Argentina de Elementos Modulares (CAREM)

Se está desarrollando el primer reactor de diseño y tecnología argentina para abastecer de energía una población de 100 mil habitantes: el CAREM. Se encuentra en el complejo nuclear situado cerca de Lima, provincia de Buenos Aires, junto a las centrales Atucha I y Atucha II.

Argentina desarrolló, ya en la década de 1970, una tecnología propia para las centrales nucleares de investigación (dedicadas a aplicaciones industriales, científicas, de salud y agropecuarias), pero no había desarrollado centrales de potencia hasta este siglo.



Presentación Reactor CAREM (Central Argentina de Elementos Modulares), CNEA.

Las centrales de investigación proveen los radioisótopos que se utilizan en la Argentina y exportan radioisótopos a otros centros en países que no poseen esta tecnología. Adicionalmente, aquí se han diseñado y construido varios reactores de investigación que han sido instalados en diversos países. Esto hace de la exportación de reactores nucleares uno de los campos de comercialización de conocimiento de vanguardia.

RA-10

También se está construyendo, en el Centro Atómico Ezeiza, el Reactor Nuclear Argentino Multipropósito RA-10. Este reactor está destinado a producir un avance sustancial en las áreas de salud, investigación aplicada, desarrollo tecnológico y servicios.



Reactor Nuclear Argentino Multipropósito RA-10.

Para profundizar


- [“Reactor argentino CAREM. Primer reactor de potencia 100% argentino”](#), en Ministerio de Hacienda, Comisión Nacional de Energía Atómica.
- [“Carem 25”](#), en Ministerio de Hacienda, Energía Nuclear.
- [“Reactores Argentinos”](#), en CNEA Arg.
- [Corporación de Estatal de Energía Atómica de Rusia ROSATOM](#).

Actividad 4 Modelo de reactor nuclear

Se necesita mostrar al público el modo de funcionamiento de una central nuclear como parte de una campaña de divulgación, alfabetización científica y apropiación ciudadana de la ciencia. Para ello se diseñará un modelo (maqueta con partes funcionales) no nuclear con elementos que produzcan calor, y que ese calor pueda generar un efecto similar de calentamiento de un fluido.

- Diseñar un modelo que contenga partes o unidades que correspondan a los siguientes elementos del reactor nuclear:
 - barras de combustible
 - moderador
 - refrigerante
 - turbina
- El modelo debe mostrar de qué manera la geometría de la ubicación de los elementos (como barras de uranio), puede aumentar o disminuir su interacción al agregar o retirar algunos de ellos. El diseño de esta geometría es un punto estratégico del reactor.

- c. Con el modelo se podrá mostrar qué tipo de acciones están previstas para su control dentro de los márgenes de seguridad establecidos.
- d. Se implementará una serie de sensores conectados mediante Arduino para alimentar una pantalla o un *display*. Se conectarán algunos actuadores a teclas, *joysticks*, pulsadores u otros elementos de *input*, para integrar el control de algunas de las funcionalidades del modelo.

Todo el conjunto de sensores, *displays* y actuadores hará las veces de consola de control. (Ver el anexo 2, [“Conexiones con Arduino”](#)).

Esta actividad se propone introducir a los/las estudiantes en el uso de las tecnologías de radiaciones ionizantes, y sus diferencias respecto de la activación radiactiva.

Actividad 5. Modelo de planta de irradiación (NAC) (IND) (QAS)

Una de las dimensiones de la comprensión es la comunicación. Sin embargo, esta puede tener múltiples facetas que pueden aprovecharse como oportunidad de desarrollo de las capacidades. Es así que se sugiere el armado de una maqueta con partes que simulen ser las piezas fundamentales de una planta de irradiación. La finalidad de la maqueta es informar a la comunidad ampliada, por lo cual no se debe presuponer que la audiencia conozca sobre plantas de irradiación. En este sentido se ofrece a los grupos de estudiantes el desafío de ser quienes realicen la transposición didáctica para comunicar al público el funcionamiento de una planta de este tipo sobre la base de irradiación de los productos con radiaciones ionizantes provenientes de una fuente de Cobalto 60.

Al mismo tiempo se aprovecha esta actividad para promover la educación digital por medio del uso de Arduinos que puedan controlar parte de la maqueta.

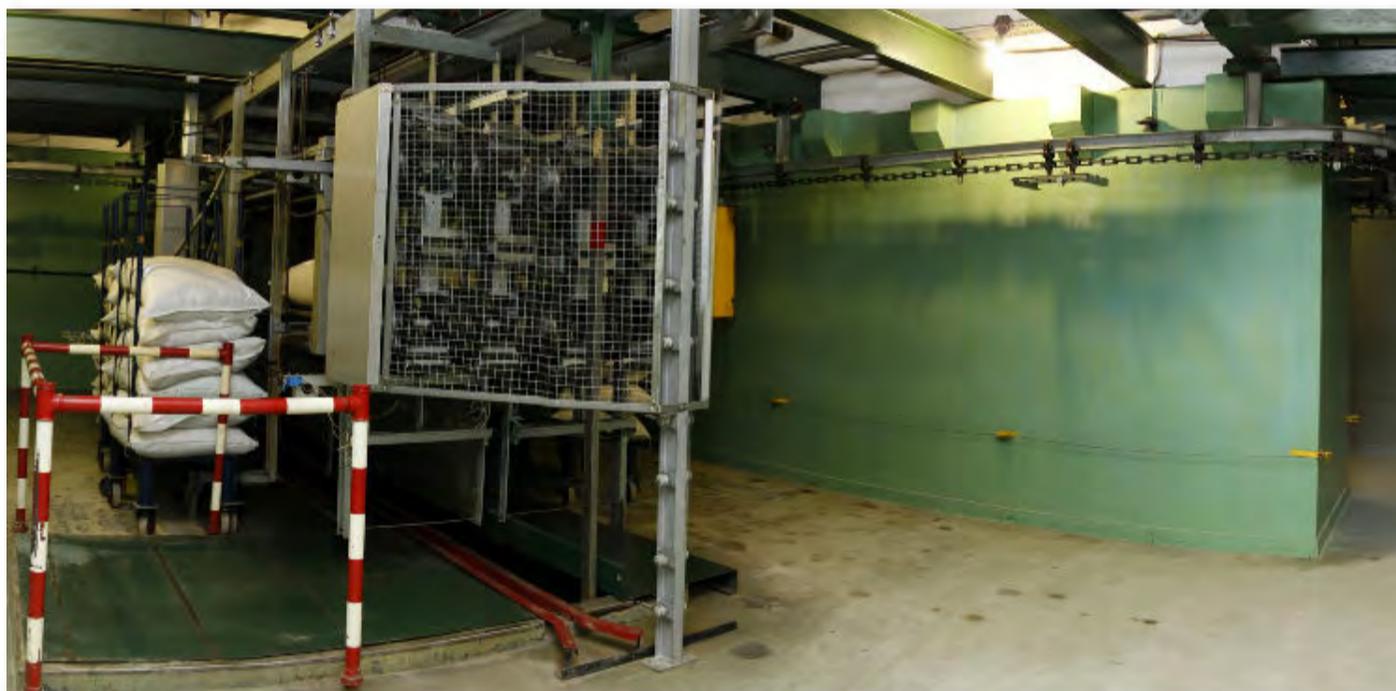
Una planta de irradiación suele tener, entre sus componentes más importantes, una cadena de transporte por medio de la cual los objetos por irradiar pasan cerca de la fuente de rayos gamma y permanecen un tiempo expuestos a esa radiación. En una maqueta que modelice la planta, pueden diseñarse algunas de estas partes móviles y, de ese modo, puede explicarse mejor su funcionamiento al público.

El uso de las radiaciones ionizantes para modificar propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales irradiados se conoce desde hace más de 50 años. Tanto es así, que se ha transformado en una tecnología única en algunos casos y que desplazó a otras alternativas de procesamiento por sus costos, su impacto ambiental, su seguridad y su eficiencia.

La irradiación es una de las pocas tecnologías alimentarias capaces de mantener la calidad de los alimentos y resolver los problemas de inocuidad y seguridad sin afectar significativamente sus características organolépticas o nutricionales. Tiene la capacidad de retrasar la maduración, inhibir la germinación en bulbos y tubérculos, controlar el deterioro y los microorganismos patógenos transmitidos por los alimentos y evitar la propagación de plagas de insectos invasivos. Este tratamiento no eleva la temperatura de los alimentos, no deja residuos nocivos y puede aplicarse a los alimentos envasados, lo que limita las posibilidades de reinfestación o de recontaminación.

Desde 1970, la Argentina cuenta con una planta de irradiación en el predio de la CNEA, en Ezeiza. Y, como en otros aspectos de la aplicación de la energía nuclear, también ha sido pionera en Latinoamérica.

Además de la Planta de Irradiación Semi Industrial (PISI) en Ezeiza, Argentina cuenta con una planta industrial privada operada por la empresa IONICS en la provincia de Buenos Aires (Talar de Pacheco).



Planta de irradiación de alimentos.



Logotipo de producto irradiado.



A continuación, se indican algunos sitios que contienen información que resultará de importancia para guiar el trabajo de los/las estudiantes.

- [“Alimentos irradiados: más saludables y duraderos”](#), Ministerio de Hacienda, Comisión Nacional de Energía Atómica.
- [“Planta de irradiación de alimentos, productos biomédicos y material quirúrgico”](#), en Rincón educativo.org.
- [Plantas de irradiación](#), en Noldor.
- [Manual de buenas prácticas para la irradiación de alimentos. Aplicaciones sanitarias, fitosanitarias y de otro tipo](#), en Organismo Internacional de Energía Atómica.
- [Plantas de irradiación](#), en Noldor, junio 2009.
- [“Irradiación de alimentos: Argentina se prepara para una nueva legislación”](#), en U238. Tecnología Nuclear para el desarrollo, 12 de diciembre de 2016.
- [IONICS. Energía al servicio de la salud.](#)
- [“Irradiación de los alimentos”](#), en Cocineros argentinos.

Actividad 5 Modelo de planta de irradiación

Se necesita mostrar al público el modo de funcionamiento de una planta de irradiación, como parte de una campaña de divulgación, alfabetización científica y apropiación ciudadana de la ciencia.

Para ello se diseñará un modelo (maqueta con partes funcionales) de planta de irradiación con elementos que representen la fuente de Cobalto 60, los mecanismos de protección, los dispositivos de seguridad, las partes móviles que ejemplifiquen el modo de funcionamiento y cualquier otro detalle que permita comprender las funciones que cumple este tipo de plantas y su modo de operación.

- a. Diseñar un modelo que contenga partes o unidades que correspondan a los siguientes elementos de la planta de irradiación:
 - Fuente de irradiación
 - Mecanismo de ocultamiento de la fuente, cuando no está irradiando productos.
 - Mecanismos de transporte de los objetos por irradiar.
 - Circuitos de seguridad y alarmas.

- b. Mostrar, en el modelo, de qué manera se asegura que no haya salida de radiación gamma hacia la zona de operación de la planta y al exterior del edificio. El diseño del edificio (en nuestro caso, de la maqueta) es un aspecto estratégico de la seguridad de la planta. Con el modelo se podrá mostrar qué tipo de acciones están previstas para la operación de la planta y los mecanismos de control dentro de los márgenes de seguridad establecidos.
- c. Se implementará una serie de sensores conectados mediante Arduino para alimentar una pantalla o *display*. Se conectarán algunos actuadores a teclas, *joysticks*, pulsadores u otros elementos de *input*, para integrar el control de algunas de las funcionalidades del modelo.

Todo el conjunto de sensores, *displays* y actuadores hará las veces de consola de control. (Ver el anexo 2, [“Conexiones con Arduino”](#)).

Actividad 6. Análogo de reacción en cadena (ANA) (PEC)

La construcción de análogos es una tarea que pone en juego varias capacidades y promueve enfáticamente las de nivel de pensamiento formal, que incluyen abstracciones, comparación de similitudes y diferencias, identificación de estructuras y evaluación del grado de similitud de estructuras de relaciones.

Este caso es similar al de la maqueta indicada en el desafío anterior. Sin embargo, mientras que la maqueta es un modelo del reactor nuclear por medio de la representación explícita de las partes relevantes, el análogo rescata, principalmente, la estructura de relaciones entre las partes.

De este modo, el desafío promueve el desarrollo del pensamiento formal mediante la identificación de esa estructura de relaciones entre los diferentes tipos de entidades pertenecientes a ambos campos: el campo del análogo objetivo (reactor nuclear) y el campo del análogo base (construido por el grupo de estudiantes) diseñado para facilitar la comprensión al comunicar a otros el funcionamiento del reactor.

Actividad 6 Análogo de reacción en cadena

- a. Diseñar un análogo base (el que es sencillo de comprender) para la enseñanza de la energía nuclear de fisión, que constituye el análogo objetivo (el contenido que se desea enseñar).

El análogo base debe contener, por lo menos, los siguientes elementos que corresponden a los del análogo objetivo:

- barras de combustible,
- neutrones,
- moderador,
- refrigerante,
- geometría del reactor.

El análogo base debe estar formado por un sistema cuyos elementos y procesos sean fácilmente observables y detectables. Además, debe rescatar la estructura de relaciones entre los elementos del análogo objetivo.

- b. Estudiar qué aspectos (elementos y relaciones) del análogo objetivo se han podido recuperar en el análogo base y cuáles han quedado sin poder tener su correspondencia.
- c. Analizar cuáles son los límites y las deficiencias del análogo base construido. (Se entiende por “límite” aquello que no ha podido ser analogado; se entiende por “deficiencia” aquello que puede tener ambigüedad al querer encontrar su correspondencia).
- d. Armar dos redes conceptuales. Una, en la que cada nodo es un tipo de elemento del análogo objetivo (barras de combustible, por ejemplo) y se conecta mediante lazos con otros tipos de elementos (moderador). De este modo, la red representa la estructura de relaciones del fenómeno de la fisión nuclear. La otra red rescata la estructura de relaciones entre los elementos que hemos elegido para armar el análogo base.
- e. Marcar, en las dos redes, la parte de la estructura que aparece en ambas.

Actividad 7. Comparación de fuentes de energía (COMP) (PEC) (PCIS)

En esta actividad se plantea el desafío de seleccionar la fuente de energía más adecuada para una cierta región del país teniendo en cuenta los recursos disponibles y la demanda de la población.

Se sugiere seleccionar diferentes áreas del país y sortear entre los grupos de estudiantes para asignar una zona a cada grupo.

Diferentes regiones del país que podrían utilizarse para sortear entre los grupos:

- Noroeste argentino (NOA)
- Noreste argentino (NEA)
- Zona de Cuyo
- Zona central
- Zona pampeana
- Patagonia (desde el río Colorado hasta el paralelo de Puerto Madryn)
- Patagonia austral (desde el paralelo de Puerto Madryn hasta el Canal de Beagle)
- Zona antártica

Cada grupo elegirá el tipo de aprovechamiento energético que le parece recomendable desarrollar para esa zona o región. Para fundamentar su elección expondrán ciertas evidencias comparativas y argumentarán las ventajas de su propuesta mostrando los criterios que han utilizado para su elección.

Esta actividad promueve fuertemente el abordaje de la elección según criterios múltiples, lo cual fomenta la tolerancia a la diversidad de alternativas aceptables a la vez que permite explicitar las preferencias de cada grupo. De este modo, constituye un ejercicio de ciudadanía responsable y debate sobre materias de disenso razonable.

Los entregables sugeridos promueven también el desarrollo de capacidades asociadas a la educación digital.

Actividad 7 Comparación de fuentes de energía

Teniendo en cuenta la región del país que se les ha asignado por sorteo, realizar las siguientes actividades:

- a. Decidir, de la lista de fuentes de energía, cuál podría ser un aprovechamiento energético adecuado para esa zona y compararlo con las otras opciones respecto de los siguientes aspectos:
 - Impacto ambiental (señalar especies de la zona que serán afectadas y espacio dedicado).
 - Polución y residuos tóxicos no capturables (que salen al ambiente).
 - Tipos de riesgos.
 - Tiempo de funcionamiento estimado.
 - Cantidad de energía que puede brindar.
 - Costo estimado de emplazamiento del aprovechamiento energético.

Fuentes de energía:

- Central termoeléctrica (gas y gasoil)
- Central hidroeléctrica con embalse
- Central hidroeléctrica en cursos de ríos, sin embalse
- Energía de olas marinas
- Energía de mareas
- Energía geotérmica
- Energía nuclear
- Energía gravitatoria
- Granja eólica en tierra
- Granja eólica en el mar
- Granja solar térmica
- Granja de paneles fotovoltaicos en tierra
- Granja de paneles fotovoltaicos en órbita

- b.** Elaborar una defensa de por qué han elegido ese tipo de aprovechamiento de energía mostrando que es mejor que al menos otros dos tipos de energía disponibles en ese mismo lugar.
- c.** Preparar una presentación digital que contenga por lo menos tres de las siguientes características:
- Render 3D.
 - Imágenes georeferenciadas superpuestas al terreno elegido.
 - Vistas satelitales.
 - Esquema de central de energía con vistas o detalles.
 - Infografías que faciliten las comparaciones.
 - Gráficos de variables relevantes que respalden los argumentos.

Actividad 8. Energía nuclear a medida (NAC) (COMP) (PEC)

En esta actividad se promueve la comprensión de las características de los reactores nucleares en función de su finalidad. Se sortearán las distintas finalidades de los reactores nucleares entre los grupos, tomadas de la Tabla I.

Esta diversidad también permite valorar la disponibilidad de diversas tecnologías en nuestro país.

Actividad 8 Energía nuclear a medida

Cada grupo de estudiantes desarrollará esquemáticamente un reactor nuclear con una finalidad.

Se sortearán entre los grupos las finalidades que se muestran en la tabla.

Cada grupo elegirá las características para conformar su reactor nuclear y optimizar, en lo posible, su funcionamiento.

Se valorará la elección de características que sean más viables para nuestro país.

<p>Finalidad desalinización agua de mar calefacción generación de electricidad obtención de radioisótopos para medicina</p>	<p>Tipo de funcionamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reactor nuclear de agua a presión (PWR) ... • Reactor nuclear de agua en ebullición (BWR) ... • Reactor nuclear de uranio natural, gas y grafito (GCR) ... • Reactor nuclear avanzado de gas (AGR) ... • Reactor nuclear refrigerado por gas a temperatura elevada (HTGCR) ... • Reactor nuclear de agua pesada (HWR) ... • Reactor nuclear reproductor rápido (FBR)
<p>Combustible uranio natural uranio enriquecido óxidos de uranio y plutonio</p>	<p>Moderador agua natural agua pesada grafito</p>
<p>Refrigerante agua natural agua pesada dióxido de carbono vapor de agua metal líquido</p>	<p>Tecnologías necesarias Desarrollar planta de agua pesada Desarrollar planta de enriquecimiento de uranio Importar uranio enriquecido Importar agua pesada</p>

Tabla I. Diversidad de aspectos para conformar un reactor nuclear.

Entregables

- Presentación con información que apoye la combinación de características elegidas.
- Diagramas de funcionamiento esquemáticos para describir los procesos en la central.
- Animaciones de algunos detalles del funcionamiento.

Actividad 9. Radiación y control de plagas (VID) (RV)

Este desafío aborda maneras de controlar poblaciones naturales perjudiciales para las personas. Se propone que los/las estudiantes puedan utilizar dos estrategias distintas: una que implica el uso de energía nuclear (la técnica del insecto estéril), y otra que trata la introducción, de manera artificial, de un microorganismo en un insecto, que altere su ciclo de vida.

La técnica del insecto estéril (TIE) es un método de control de plagas de insectos que implica la cría en masa y la esterilización, por medio de la radiación, de los insectos causantes de una plaga concreta. Se sueltan en la naturaleza los machos irradiados, y se evita, así, la fecundación.

Puede encontrarse información de utilidad en los siguientes textos:

- [“Técnica de los insectos estériles”](#), en Organismo Internacional de Energía Atómica.
- [“Técnica del Insecto Estéril”](#), en Ministerio de Hacienda, Comisión Nacional de Energía Atómica, República Argentina.
- [“Tecnología nuclear contra el Dengue. Un método seguro y eficaz”](#), en Ministerio de Hacienda, Comisión Nacional de Energía Atómica, República Argentina.

La otra estrategia no relacionada con la energía nuclear se basa en introducir en el laboratorio bacterias que perjudiquen a un vector de una enfermedad.

Esta actividad focaliza en el análisis de diferentes estrategias de control de poblaciones perjudiciales para las personas para, luego, poder comunicarlas de un modo efectivo y convincente.

De la misma manera que la TIE es una estrategia que ya se usa para controlar plagas —especialmente en insectos en la agricultura—, en Australia se está llevando a cabo un estudio que introduce una bacteria, llamada Wolbachia, que impide que el virus del dengue se transmita a las personas.

Para profundizar

- [“Wolbachia”](#), en World Mosquito Program.
- [“Australia: ¿cómo lograron proteger del dengue a una ciudad durante 4 años?”](#), en BBCNews.

Buscar información sobre la TIE y sobre el caso ya mencionado en Australia habilita a los/las estudiantes a pensar ideas que intenten superar las soluciones ya existentes. De este modo se favorece la idea de innovación y mejora en la ciencia. Esta actividad aborda también la discusión de los efectos no deseados de las soluciones tecnológicas.

En el punto **e.** de este desafío, se incorpora, además, el concepto de *ciencia ciudadana*, ya que plantea que los/las estudiantes ideen cómo integrar a la ciudadanía en la construcción colaborativa del conocimiento, monitoreando el estado de las poblaciones del insecto que se quiere controlar.

Actividad 9 Radiación y control de plagas

En una pequeña isla que vive de la agricultura, se ha detectado un insecto volador que es vector de una enfermedad humana producida por un virus que solo se transmite a través de la picadura del insecto. Se requiere controlar su expansión mediante acciones que ataquen al insecto o al virus.

Entre las estrategias que plantean para atacar el virus, los científicos proponen el uso de otros seres vivos, como un hongo, una bacteria, otro microorganismo en el insecto vector. En cuanto a las estrategias para atacar al insecto vector, se propone irradiarlo.

- a. Preparen una animación, un video, una infografía u otra pieza de comunicación que difunda estas dos estrategias.
- b. Piensen cuál es la factibilidad de ambas soluciones, ¿cómo las implementarían?, ¿en qué caso convendrá un método más que el otro?, ¿cuáles son los riesgos?, ¿cómo minimizarlos?
- c. Detecten los aspectos que todavía quedan por mejorar o por resolver.
- d. Evalúen qué costos habría que considerar en ambas estrategias.
- e. Además, piensen cómo involucrarían a la población para el monitoreo de estas estrategias usando sus celulares, con sensores, con cámaras, etcétera.

Actividad 10. Radiación y alimentos (IND) (VID) (RV) (QAS)

Una de las problemáticas que preocupa hoy en día es el abastecimiento de alimentos frescos a las poblaciones que deben pasar aisladas por períodos más o menos prolongados, sin la posibilidad de que estos productos lleguen por las vías habituales o en situaciones particulares debidas a problemas climáticos, derrumbes, inundaciones u otros, que hagan inaccesibles caminos y rutas, etcétera. Se viene implementando una propuesta que consiste en abastecer de alimentos frescos irradiados a estas poblaciones para que, durante esos períodos, puedan mantener una dieta saludable y balanceada. Teniendo en cuenta la “mala prensa” que la radiación tiene, en general, involucrar a los/las estudiantes en solucionar el problema de la resistencia, a causa de la desinformación o de la mala información, a que estos alimentos lleguen a una población puede resultar de mucho interés pedagógico.

En el sitio [Rincón educativo. Energía y Medio Ambiente](#) se pueden observar imágenes con alimentos irradiados y sin irradiar.

Actividad 10 Radiación y alimentos

Para una población que habitualmente queda aislada por cuestiones climáticas (zona de poco acceso como el sector antártico, o similar), se ha conseguido una partida de alimentos y medicamentos a fin de abastecerla durante esos períodos. Estos alimentos no son aceptados porque han sido irradiados, y en esa población existe un grupo muy influyente de “activistas”, personas que consideran que es muy peligroso para quienes los consuman.

- a. ¿Qué estrategias comunicacionales implementarían para mostrar que sus miedos son infundados, e informarlos sobre el método de irradiación, sus beneficios, y precauciones (si existieran)?
- b. Analizar y proponer modos en que pueden ponerse en la agenda de discusión de la comunidad nociones tales como la dosis mínima de irradiación que resuelve el problema de contaminación, la dosis máxima que puede alterar las características organolépticas de los alimentos, la distinción entre irradiación con radiaciones ionizantes y activación radiactiva, y otros temas que pueden abrir una discusión para tomar decisiones científica y tecnológicamente informadas.

Entregables

- Informe con análisis de los argumentos que utilizan los pobladores para rechazar los alimentos irradiados.
- Informe con los argumentos que utilizarán en la/s estrategia/s comunicacional/es para vencer la resistencia infundada de los pobladores.
- Al menos dos estrategias comunicacionales concretas desarrolladas.

Actividad 11. Radiación y arte (ART) (PEC) (PCIS)

En esta actividad se propone a los/las estudiantes el desafío de generar una producción audiovisual a partir de producciones cinematográficas, como la serie [Chernobyl](#), las películas [Day One](#) o *Fabricantes de sombras*, la obra de teatro [Copenhague](#), series y dibujos animados como *Los Simpson*, entre otras.

El objetivo es que desarrollen un material propio en el que incorporen distintos fragmentos de películas, series, videos documentales, que les permitan analizar el uso de la energía nuclear, mostrando sus pros y sus contras, los cuidados que se deben tomar, los usos posibles (pacíficos o no), la responsabilidad de quienes tienen que tomar las decisiones en este tema, los efectos sobre el ambiente y la población, el funcionamiento de plantas nucleares para generar energía versus las instalaciones militares de obtención de plutonio o desarrollo

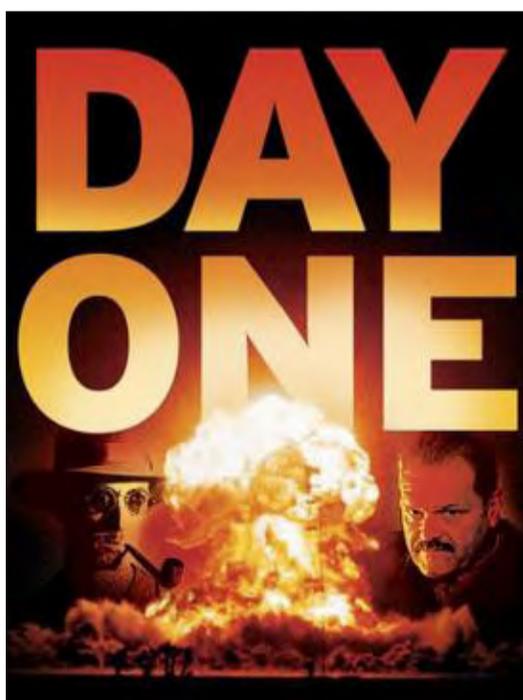
de bombas atómicas, con el objetivo de desterrar mitos, informar a la población (considerando a la comunidad educativa, o extenderlo también a sus familias o al barrio).

Se podría pensar como parte de una “Jornada Nuclear” donde se presenten las producciones de los/las estudiantes a la comunidad interna de la institución o abriendo las puertas a la comunidad barrial y a las familias de la escuela.



Modelos de las dos bombas nucleares arrojadas sobre Japón durante la Segunda Guerra Mundial.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación e Innovación | Subsecretaría de Planeamiento Educativo, Ciencia y Tecnología.



Day One (película).



Obra de teatro Copenhague (Argentina).



Chernobyl - Serie.

Actividad 11 Radiación y arte

Crear un video para informar responsablemente sobre energía nuclear (EN), teniendo en cuenta sus pros y sus contras, para erradicar mitos y prejuicios, temores infundados transmitidos por los medios, las películas de ficción y los documentales.

Seleccionar partes de diferentes películas, series, cómics, dibujos animados, que traten el tema de energía nuclear en sus distintos aspectos (usos, implementación, economía, peligros, etc.) y en las que se pueda detectar que:

- Apoyan el desarrollo de este tipo de energía.
- Rechazan su utilización.
- Plantean dilemas en su implementación.
- Muestran los peligros de su desarrollo.
- Muestran el funcionamiento de centrales nucleares.
- Muestran diferencias entre una central nuclear y una bomba atómica.
- Muestran aplicaciones pacíficas de la energía nuclear.

Entregables (elegir al menos tres de los siguientes)

- Analizar las escenas seleccionadas y presentar los argumentos científicos que respaldan, o no, esas imágenes, y señalar las evidencias en las que parecen haberse basado para sostener dichos argumentos.
- Confeccionar críticas a las distintas obras elegidas mostrando fortalezas y debilidades de su argumentación y su presentación.
- Componer un guion de una obra similar que contraargumente para mostrar una versión más sólida de la temática elegida.
- Producir un dibujo animado con el guion anterior.
- Producir un video con el guion anterior.

Orientaciones para la evaluación

Cada desafío puede ser más o menos apropiado para cierto tipo de desarrollos durante su abordaje y la realización de alguna producción en particular en forma de “entregable” por parte de los grupos de estudiantes.



En cuanto a la producción de entregables, algunos desafíos apuntan directamente al desarrollo de una maqueta o un diseño esquemático, mientras que otros apuntan a la producción de argumentos basados en evidencia empírica y datos disponibles que permitan fundamentar una elección luego de una valoración comparativa. Algunos desafíos favorecen el uso de material digital, tanto de hardware como de software, al sugerir implementar placas de Arduino para mostrar ciertos funcionamientos como modelo o bien enfocándose en el uso, la modificación y la creación de simuladores computacionales, todo lo cual se enfoca en la educación digital (ED y SIM). En el anexo 2, [“Conexiones con Arduino”](#), se incluyen esquemas de conexión de Arduino para varias funciones.

De este modo hay una gran diversidad de resultados a que los grupos pueden arribar.

Por otra parte, es de fundamental importancia enfocar la atención en el proceso de aprendizaje y en la etapa de preparación, diseño y producción de tales resultados entregables, lo que permite evaluar el desempeño en el trabajo colaborativo y el desarrollo de las capacidades asociadas a cada desafío.

Finalmente, se sugiere que los grupos puedan evaluar sus propias propuestas en términos de grados de innovación, viabilidad de las soluciones, mejora del estado del problema, alcance e impacto de la solución.

El alcance de una propuesta de mejora o solución se refiere a la cantidad de beneficiarios o su distribución respecto de alguna variable (edad, tipo de actividad, zona en la que habita, generaciones actuales o venideras, etc.). Se puede evaluar el alcance con una estimación de grano grueso determinando si la propuesta tiene un alcance local, regional o global. Sin embargo, la noción de alcance es más rica que la sola delimitación geográfica.

Por otra parte, el impacto está relacionado con la importancia o con la diferencia que se obtiene al disponer de esa solución o mejora. Por ejemplo, disponer de una mejora en la terapia de irradiación de tumores muy poco frecuentes puede tener un alcance global, pero con pocos destinatarios; sin embargo, su impacto es muy alto al proveer una terapéutica que pueda hacer una diferencia notable en la calidad de vida de esas pocas personas.

Se propone que los/las estudiantes puedan dar una evaluación que muestre en qué grado sus desarrollos y resultados son valiosos en cada una de las características.

Para una descripción más detallada de estos aspectos de evaluación, véase el documento [Enseñanza y aprendizaje basados en desafíos](#).

Anexos

Anexo 1. Tipos de actividades

Cada uno de los tipos de actividades puede dirigirse a diferentes objetos de estudio, a diversos aspectos, o estar relacionados con cierto alcance o contexto, lo cual diversifica las actividades y permite prever nuevos desafíos para distintas combinaciones. Se presenta una clasificación con temas y subtemas que puede brindar un panorama para el diseño de nuevos desafíos y actividades (se indican con un asterisco los que ya han sido contemplados en esta secuencia de actividades).

1. Uso de simuladores (SIM)* Educación Digital

- a. Reactor nuclear.*
- b. Reacciones de fusión en las estrellas.*
- c. Radiación nuclear en salas de irradiación.
- d. Radiación nuclear en radioterapia.

2. Generación de analogías (ANA)* Capacidad de abstracción

- a. Reacción en cadena no controlada.*
- b. Reacción en cadena controlada.*
- c. Analogías de irradiación de tumores.*
- d. Analogía de gammagrafía.

3. Valoración comparativa (COMP) * Rankings de fuentes de energía: Complejidad en la comparación

- a. Polución (contaminación de partículas y sustancias en suspensión).*
- b. Impacto ambiental (contaminación visual, térmica, influencia en el ecosistema).*
- c. Riesgo.*
- d. Eficiencia (comparación de energía producida por cantidad de insumo: una tonelada de uranio rinde casi 2 millones de veces más energía que una tonelada de petróleo).*
- e. Residuos y procesamientos.*

4. Aplicaciones industriales (IND)*

Análisis de las aplicaciones para irradiación de productos para el consumo (**Ciencia y tecnología para la producción**).

- a. Cosméticos
- b. Descartables
- c. Irradiación de alimentos*
- d. Control de plagas*

5. Utilización en las ciencias de la vida (VID) *

Diagnóstico por imágenes y radioterapia (**Ciencia y Tecnología en Sociedad**)

- a. Gammagrafía o centellograma.
- b. Radioterapia con rayos gamma de fuente de cobalto.*
- c. Radioterapia por captura neutrónica en boro.*
- d. Máscaras de radioterapia.
- e. Radioterapia y tomografía 4D.
- f. Braquiterapia o radioterapia interna.
- g. Centro de radioterapia en Bariloche.*
- h. Radioterapia de protones.*
- i. Innovación y curva de abaratamiento de las tecnologías.

6. Valoración estratégica nacional (NAC)

Tipos de reactores nucleares y desarrollos en Argentina

- a. Exportación de tecnología nuclear argentina.
 - i. Países compradores de reactores argentinos (R), plantas de construcción de combustibles (C) y plantas de radioisótopos (I) (ver recursos con línea de tiempo):
 - Perú, 1978 y 1988 (R)
 - Argelia, 1989 (R, C)
 - Egipto, 1998 (R, C, I)
 - Australia, 2006 (R, I)
 - Cuba, 1988 (I)
 - Brasil, 2013 (R)
 - India, 2014 (I)
 - Holanda, 2018 (R)
 - ii. Exportación de tecnología en medicina nuclear:
 - Bolivia, Brasil, Colombia, Egipto e India: equipos de telecobaltoterapia y centros de terapia radiante a Venezuela (década de los 80).
 - Uruguay (1976)
 - Chile: *know-how*, producción de radioisótopos (1975-76)
 - Portugal: ingeniería para las instalaciones de manipulación de radioisótopos (1978)
 - iii. Exportación de Cobalto 60 entre 1985 y 1998:
 - Bélgica, Canadá, Chile, Colombia, EE. UU., Indonesia, México, Perú, Reino Unido, Venezuela
 - iv. Ezeiza: primer centro de calibración y dosimetría (de irradiación) de la red mundial (1970).
 - v. Exportación de agua pesada a los siguientes países
 - Alemania
 - Corea del Sur
 - Canadá (devolución de agua pesada)

- b.** Reactores pequeños de potencia (CAREM: Central Argentina de Elementos Modulares).*
- c.** Reactores grandes de potencia (Atucha I, Atucha II, Embalse, Atucha III).*
- d.** Reactores de investigación (INVAP) Argentina compite en este campo con Estados Unidos, Francia, Alemania, Canadá y, en menor medida, China, Corea e India.

Anexo 2. Conexiones con Arduino

Sensores de temperatura

Descripción

Módulo de sensor de temperatura Arduino Keyes KY-001 (componente dentro del KIT 37 sensores Arduino), que permite la medición de temperatura ambiente utilizando un *bus* serie digital.



Especificaciones

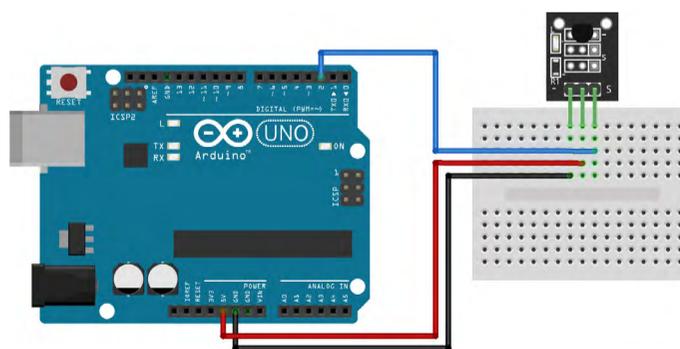
El módulo de sensor de temperatura KY-001 consta de un sensor de temperatura digital de *bus* único DS18B20, un LED y una resistencia. Es compatible con plataformas electrónicas populares como Arduino, Raspberry Pi y Esp8266.

Voltaje de funcionamiento	3.0V a 5.5V
Rango de medición de temperatura	-55°C a 125°C [-57°F a 257°F]
Precisión de medición	±0.5°C
Dimensiones	18.5mm x 15mm

Diagrama de conexión

Se conecta la línea de alimentación (centro) y tierra (-) a +5 y a GND, respectivamente. Se conecta la señal (S) al pin 2 en el Arduino.

KY-001	Arduino
S	Pin 2
Medio	5V
-	GND



Código de ejemplo

El siguiente boceto de Arduino usará la biblioteca [OneWire](#) para comunicarse en serie con el KY-001 y generará la temperatura leída por el dispositivo.

```
// DS18B20/DS18S20 Temperature chip i/o
OneWire ds(2); // on pin 2
void setup(void) {
  // initialize inputs/outputs
  // start serial port
  Serial.begin(9600);
}
void loop(void) {
  //For conversion of raw data to C
  int HighByte, LowByte, TReading, SignBit, Tc_100, Whole, Fract;
  byte i;
  byte present = 0;
  byte data[12];
  byte addr[8];
  if ( !ds.search(addr) ) {
    Serial.print("No more addresses.\n");
    ds.reset_search();
    return;
  }
  Serial.print("R=");
  for( i = 0; i < 8; i++) {
    Serial.print(addr[i], HEX);
    Serial.print(" ");
  }
  if ( OneWire::crc8( addr, 7) != addr[7] ) {
    Serial.print("CRC is not valid!\n");
    return;
  }
  if ( addr[0] == 0x10 ) {
    Serial.print("Device is a DS18S20 family device.\n");
  }
  else if ( addr[0] == 0x28 ) {
    Serial.print("Device is a DS18B20 family device.\n");
  }
  else {
    Serial.print("Device family is not recognized: 0x");
    Serial.println(addr[0],HEX);
    return;
  }
  ds.reset();
  ds.select(addr);
  ds.write(0x44,1); // start conversion, with parasite power on at the end
  delay(1000); // maybe 750ms is enough, maybe not
  // we might do a ds.depower() here, but the reset will take care of it.

  present = ds.reset();
  ds.select(addr);
  ds.write(0xBE); // Read Scratchpad
  Serial.print("P=");
  Serial.print(present,HEX);
  Serial.print(" ");
  for ( i = 0; i < 9; i++) { // we need 9 bytes
    data[i] = ds.read();
    Serial.print(data[i], HEX);
    Serial.print(" ");
  }
  Serial.print(" CRC=");
  Serial.print( OneWire::crc8( data, 8), HEX);
  Serial.println();
  //Conversion of raw data to C
  LowByte = data[0];
  HighByte = data[1];
  TReading = (HighByte << 8) + LowByte;
  SignBit = TReading & 0x8000; // test most sig bit
  if (SignBit) // negative
  {
    TReading = (TReading ^ 0xffff) + 1; // 2's comp
  }
  Tc_100 = (6 * TReading) + TReading / 4; // multiply by (100 * 0.0625) or 6.25
  Whole = Tc_100 / 100; // separate off the whole and fractional portions
  Fract = Tc_100 % 100;
  if (SignBit) // If its negative
  {
    Serial.print("-");
  }
  Serial.print(Whole);
  Serial.print(".");
  if (Fract < 10)
  {
    Serial.print("0");
  }
  Serial.print(Fract);
  Serial.print("\n");
  //End conversion to C
}
```

Fuente: [KY-001 Temperature Sensor Module](#), *Arduino Modules*.

Sensores de posición

SENSOR ULTRASONIDO HC-SR04

Descripción

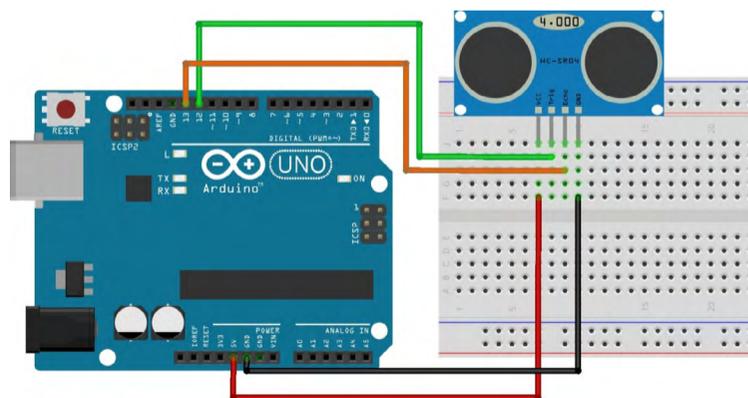


El módulo ultrasónico HC-SR04 tiene 4 pines, tierra, VCC, trigger y eco. Los pines de tierra y VCC del módulo deben conectarse a los pines de tierra y de 5 voltios en la placa Arduino, respectivamente, y los pines trigger y de eco a cualquier pin de I / O digital en la placa Arduino.

Diagrama de conexión

Por ejemplo, si el objeto está a 10 cm del sensor y la velocidad del sonido es de 340 m/s o de 0.034 cm/ μ s, la onda de sonido deberá viajar unos 294 μ segundos. Pero lo que obtendrá del pin Echo será el doble de ese número porque la onda de sonido debe viajar hacia adelante y rebotar hacia atrás. Entonces, para obtener la distancia en cm, necesitamos multiplicar el valor del tiempo de viaje recibido del pin de eco por 0.034 y dividirlo por 2.

HC-SR04	Arduino
Vcc	5V
Trig	Pin 12
Echo	Pin 13
GND	GND



Código de ejemplo

Primero, definir los pines Trig y Echo. En este caso, son los pines número 12 y 13 en la placa Arduino, y se llaman *trigPin* y *echoPin*. Luego, se necesita una variable larga denominada “duración”, para el tiempo de viaje que obtendrá del sensor, y una variable entera para la distancia.

En la configuración, debe definirse el *trigPin* como una salida y el *echoPin* como una entrada, y también iniciarse la comunicación en serie para mostrar los resultados en el monitor en serie.

En el loop, primero debe asegurarse que el *trigPin* esté despejado, de modo que debe establecerse ese *pin* en un estado LOW por solo 2 μ s. Ahora, para generar la onda de sonido Ultra, hay que configurar el *trigPin* en estado HIGH para 10 μ s. Usando la función “pulseIn()”, debe leer el tiempo de viaje y poner ese valor en la variable “duración”. Esta función tiene dos parámetros: el primero es el nombre del pin de eco y el segundo es el valor a definir, puede ser HIGH o LOW. En este caso, HIGH significa que la función pulseIn() esperará a que el *pin* se ponga HIGH debido a la onda de sonido rebotada y comenzará a cronometrarse; luego esperará a que el pin se BAJE cuando la onda de sonido termine y detendrá el cálculo de tiempo. Al final, la función devolverá la duración del pulso en microsegundos. Para obtener la distancia, se multiplica la duración por 0.034 y se divide por 2, como se explicó anteriormente. Al final se imprime el valor de la distancia en el monitor de serie.

```

/*
 * Ultrasonic Sensor HC-SR04 and Arduino Tutorial
 * by Dejan Nedelkovski,
 * www.HowToMechatronics.com
 */

// defines pins numbers
const int trigPin = 9;
const int echoPin = 10;
// defines variables
long duration;
int distance;
void setup() {
  pinMode(trigPin, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
  pinMode(echoPin, INPUT); // Sets the echoPin as an Input
  Serial.begin(9600); // Starts the serial communication
}
void loop() {
  // Clears the trigPin
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  // Sets the trigPin on HIGH state for 10 micro seconds
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  // Reads the echoPin, returns the sound wave travel time in microseconds
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  // Calculating the distance
  distance= duration*0.034/2;
  // Prints the distance on the Serial Monitor
  Serial.print("Distance: ");
  Serial.println(distance);
}

```

Fuente: [Ultrasonic Sensor HC-SR04 and Arduino Tutorial](#), en *How to mechatronics*.

Sensores de movimiento

MÓDULO PIR DE SENSOR DE MOVIMIENTO

Descripción

Los sensores PIR son pequeños dispositivos que permiten detectar movimiento mediante infrarrojos. Normalmente se utilizan en sistemas de seguridad para detectar el movimiento de personas o animales dentro de habitaciones cerradas o en zonas controladas.



¿Cómo funciona un sensor PIR?

Los sensores PIR, en realidad, están compuestos de un sensor piroeléctrico. Estos sensores tienen dos minúsculas ranuras llenas de un material que produce electricidad cuando detecta radiación infrarroja.

Partes del módulo

Para facilitar su uso, el sensor está montado encima de un pequeño módulo que contiene varios componentes y circuitos integrados. El módulo tiene tres *pin*s (VCC, GND y OUTPUT). Los sensores PIR son digitales y, por lo tanto, cuando el sensor detecte movimiento, el *pin* de OUTPUT se pondrá a HIGH hasta que el movimiento cese. Hay que tener en cuenta que, por lo general, estos sensores no son perfectos y pueden tener un pequeño retraso o ignorar algunos movimientos.

También tiene dos potenciómetros. El primero es para regular la sensibilidad del sensor. El segundo marca el tiempo que el *pin* de OUTPUT estará activo cuando se detecte movimiento. Normalmente este tiempo puede ajustarse de 0.3 segundos hasta 5 minutos, pero dependerá del modelo que tengamos.

Por último, el módulo tiene tres *pin*s más, dos de ellos conectados con un puente. Estos tres *pin*s nos permiten elegir el modo de activación: “Repeatable Trigger” y “Non-Repeatable Trigger”. En el primer modo, el OUTPUT permanece a HIGH cuando el sensor detecta movimiento. En el segundo modo, el *output* se pone a HIGH y después a LOW cuando se detecta movimiento. En este último caso, si se detecta mucho movimiento, el sensor

enviará pulsos HIGH/LOW repetidamente. En ambos modos de activación el *output* estará a LOW cuando no se detecte ningún movimiento.

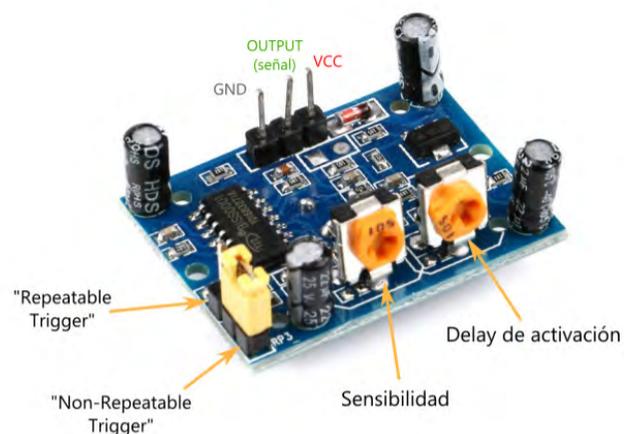
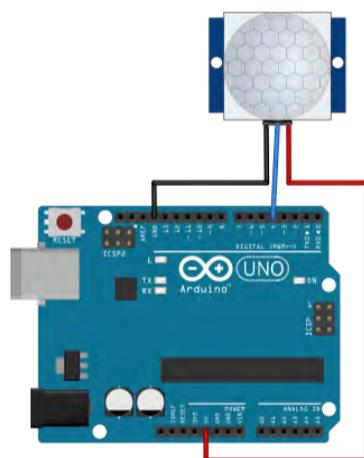


Diagrama de conexión

Con el voltaje del cable USB habrá suficiente para alimentar la placa Arduino y el sensor, por lo tanto, no se necesita ninguna batería.



Código de ejemplo

Para este ejemplo solamente se leerá el Pin Digital 4, en el que está conectado el sensor PIR, y se enciende el LED 13 si se ha detectado algún movimiento.

```

01  /* Sensor PIR con Arduino
02  *
03  * Escrito por Nano en beneficio de los seres humanos
04  * www.robotlogs.net
05  */
06
07
08  int sensor = 4;
09  int led = 13;
10
11
12  void setup()
13  {
14    pinMode(led, OUTPUT);
15    pinMode(sensor, INPUT);
16  }
17
18  void loop()
19  {
20    int lectura = digitalRead(sensor);
21    digitalWrite(led, lectura);
  }

```

Fuente: [Cómo construir un detector de movimiento con Arduino y sensor PIR](#), en *Robotlogs*.

Actuadores

Recibe la señal de temperatura por encima del umbral y activa una válvula de paso de fluido.

KY-019: MÓDULO CON RELEVADOR

Descripción

El módulo de relé Arduino KY-019 (componente dentro del KIT 37 sensores Arduino) se usa para controlar circuitos de CA; el relé actúa como un interruptor que responde a una señal recibida del Arduino, y tiene un LED integrado que indica si la señal es alta o baja.



Especificaciones

El KY-019 consta de una resistencia de $1M\Omega$, un LED, un diodo rectificador 1N4007 y un relé de 5VCC capaz de manejar hasta 250VCA y 10A.

En el lado de CC de la placa, hay 3 pines para señal, alimentación y tierra. En el lado de CA hay 3 contactos, NC (normalmente cerrado), común y NO (normalmente abierto).

TTL Control de señal	5VCC a 12VCC
Máximo CA	10A 250VCA
Máximo CC	10A 30VCC
Tipo de contacto	NC y NA
Dimensiones	27mm x 34mm

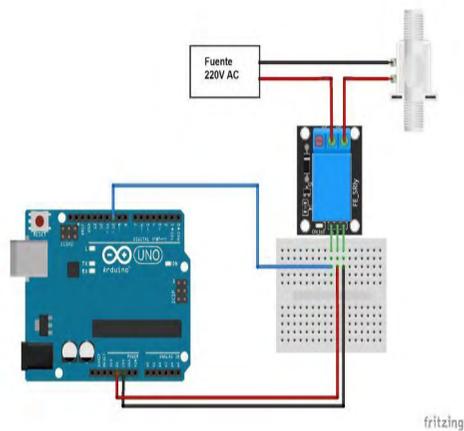
Diagrama de conexión

Para la parte de CC del circuito, se conecta S (señal) al *pin* 10 del Arduino, también se conecta la línea de alimentación (+) y tierra (-) a +5 y GND, respectivamente.

En el lado de CA, se conecta la alimentación a Común (contacto medio) y se usa NC o NA según sea necesario.

NA (normalmente abierto) obtendrá energía cuando (S) sea alto; NC (normalmente cerrado) se desconectará cuando (S) sea alto.

Siempre debe tenerse mucho cuidado al experimentar con CA; una descarga eléctrica puede provocar lesiones graves.



KY-013	Arduino	Electroválvula
S	Pin 10	
Medio	5V	
-	GND	
NC		
COM		Alimentación IN
NA		Alimentación OUT

Código de ejemplo

El siguiente programa de Arduino activa/desactiva el relé cada segundo. Se conectará una electroválvula al relé utilizando la conexión NO (normalmente abierta) para que se cierre cuando el relé esté apagado. Al ejecutar el boceto, la electroválvula se abrirá de forma intermitente.

```

1  int relay = 10; //Pin 10
2
3  void setup()
4  {
5      pinMode(relay,OUTPUT); // Define the port attribute as output
6  }
7
8  void loop()
9  {
10     digitalWrite(relay,HIGH); // turn the relay ON
11                                // [NO] is connected to feed
12                                // [NC] is not connected to feed
13     delay(1000);
14
15     digitalWrite(relay,LOW); // turn the relay OFF
16                                // [NO] is not connected to feed
17                                // [NC] is connected to feed
18     delay(1000);
19 }

```

Fuente: [KY-019 5V Relay Module](#), en *Arduino Modules*.

Anexo 3

Características recomendables de un desafío*

Se analiza uno de los desafíos para explicitar qué *características* están contempladas, de entre las señaladas como recomendables en el apartado [“Orientaciones didácticas y actividades”](#). (Al clicar en cada nota se lee la característica que ha sido contemplada).

Actividad 1 Radioterapia (NAC) (VID)

Se requiere *eliminar un tumor (1)* mediante *radiación sostenida sobre las células malignas (2)*.

Al irradiar el tumor, también la radiación *daña los tejidos (3)* que están en toda la línea del camino desde la fuente de radiación hacia el tumor, atravesando todas las células en esa dirección.

- a. *Diseñar (4)* al menos *tres estrategias (5)* para utilizar radiación y *minimizar el daño (6)* en tejidos sanos al mismo tiempo que *la radiación se concentra en los tejidos tumorales (7)*.
- b. *Preparar una animación (8)* en la que se visualiza el modo de funcionamiento de las estrategias diseñadas.
- c. *Confeccionar infografías (9)* que permitan respaldar las *estrategias elegidas (10)*.
- d. Presentar un informe sobre *cuáles métodos terapéuticos están disponibles (11)* en el país y/o en otros países de la región.
- e. Detectar *cuáles aspectos quedan todavía por resolver (12)*.

Entregables (elegir al menos dos (10)):

- *Presentación con información (9)* que apoye la *combinación de características elegidas (2)* y permita la *divulgación en la comunidad (13)* ampliada.
- Diagramas de funcionamiento esquemáticos para describir los procesos terapéuticos resaltando los aspectos innovadores.
- Animaciones de algunos *detalles del funcionamiento (14)* y *procesos involucrados (2)* en las estrategias seleccionadas.
- Modelo (partes móviles) de funcionamiento *comandado con Arduino (15)*.

- 1 relevancia social
- 2 diversidad de disciplinas
- 3 efectos no deseados
- 4 desarrollo abierto
- 5 soluciones múltiples
- 6 mejora e innovación
- 7 grado de efectividad
- 8 diversidad de acciones
- 9 comprendido en términos sencillos
- 10 acciones que el grupo planifica
- 11 soluciones situadas históricamente
- 12 solución parcial
- 13 participación ciudadana responsable
- 14 precisión
- 15 amplio abanico de capacidades

* Características recomendables

El desafío analizado contempla 15 de las 18 sugeridas:

- relevancia social
- diversidad de disciplinas
- efectos no deseados
- desarrollo abierto
- soluciones múltiples
- mejora e innovación
- grado de efectividad
- diversidad de acciones
- comprendido en términos sencillos
- acciones que el grupo planifica
- soluciones situadas históricamente
- solución parcial
- participación ciudadana responsable
- precisión
- amplio abanico de capacidades
- contribuir al grupo
- propia elección
- aprendizaje entre pares

Bibliografía

Bibliografía consultada

- Apple (2011, enero). [Challenge Based Learning: A Classroom Guide](#).
- Miguel, H. (2019). [La analogía como herramienta en la generación de ideas previas](#). En Vergara Fregoso, M. y Ferreyra, H. (coord.), *Miradas y voces de la Investigación Educativa I* (pp. 140-151). Córdoba : Comunic-Arte.

Imágenes

- Página 18. Aparato de radioterapia, Wikimedia commons, <https://bit.ly/2lw84xv>
- Página 19. Aparato de protonterapia, Wikipedia, <https://bit.ly/2mCpw3m>
- Página 27. Reactor CAREM-25 / Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), <https://bit.ly/2mQllfn>
- Página 28. Reactor Nuclear Argentino Multipropósito RA-10. <https://bit.ly/2sjCNRi>
- Página 30. Planta de irradiación de alimentos, Comisión Nacional de Energía Atómica, <https://bit.ly/2lFe86H>
Logotipo de alimento irradiado, Wikimedia commons, <https://bit.ly/2l85JbK>
- Página 40. Modelos de las dos bombas nucleares arrojadas sobre Japón durante la Segunda Guerra Mundial, Wikimedia commons, <https://bit.ly/2lH5G70>
Day One (1989 film), Wikipedia, <https://bit.ly/1JOcO4K>
Copenhague (obra de teatro), Silva Teatro. Madrid-Buenos Aires, <https://bit.ly/2QlxBjQ>
Chernobyl (miniserie), <https://bit.ly/37lIXL8>



Vamos Buenos Aires