



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura



Cátedra UNESCO  
Tecnologías de apoyo para  
la Inclusión Educativa



## REVISTA

### JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

# LA CIENCIA DE LA DESTRUCCIÓN

Katherine Alexandra Argudo Coronel, Carolina Victoria López Bernal,  
Josseline Nicole Heras Muñoz, Sofía Alejandra Iglesias Chica,  
María Emilia Galarza Heredia, Karelys Estefania Cabrera Calle



**Katherine Alexandra Argudo Coronel.**  
Tengo 17 años. Estudio en el tercer año  
BGU de la Unidad Educativa Salesiana  
María Auxiliadora. Me gusta leer libros,  
hacer ejercicio y ver series. Quiero estudiar  
Medicina en la universidad.



**Carolina Victoria López Bernal,**  
Tengo 17 años. Estudio en el tercer año  
BGU de la Unidad Educativa Salesiana  
María Auxiliadora. Me gusta leer libros  
clásicos y la repostería. Quiero estudiar  
ya sea Ingeniería Eléctrica o Civil en la  
universidad.



**Josseline Nicole Heras Muñoz.**  
Tengo 17 años. Estudio en el tercer año  
BGU de la Unidad Educativa Salesiana  
María Auxiliadora. Me encanta realizar  
ejercicio y aprender cosas nuevas. Quiero  
estudiar Odontología en la universidad.



**Sofía Alejandra Iglesias Chica.**  
Tengo 17 años. Estudio en el tercer año  
BGU de la Unidad Educativa Salesiana  
María Auxiliadora. Me gusta ver películas  
y leer libros. Quiero estudiar Medicina en  
la universidad.



**María Emilia Galarza Heredia.**  
Estudio en el tercer año BGU de la Unidad  
Educativa Salesiana María Auxiliadora.  
Me gusta leer libros clásicos-históricos,  
el debate ONU y aprender cosas nuevas.  
Quiero estudiar Derecho en la universidad.



**Karelys Estefania Cabrera Calle,**  
tengo 17 años. Estudio en el tercer año  
BGU de la Unidad Educativa Salesiana  
María Auxiliadora. Me gusta bailar y ver  
series y aprender cosas nuevas. Quiero  
estudiar Relaciones Internacionales en la  
universidad.

## Resumen

El uso de la bomba atómica es considerado la violación más grande de derechos humanos registrada a través de la historia y la cuna del arma más letal, dentro de la ciencia de la destrucción. Las consecuencias de una bomba atómica son devastadoras y destructivas a corto y a largo plazo. Se considera a la explosión de una bomba atómica como un fenómeno físico de gran complejidad, ya que se libera una gran cantidad de energía en forma de radiación y calor. El impacto de la misma se basa en la energía nuclear, la cual, se libera desde el núcleo de un átomo, y puede producirse mediante fisión o fusión nuclear. Ambas emiten una gran cantidad de energía, en forma de explosión, la energía nuclear, liberada por la reacción en cadena de la fisión, calienta a decenas de millones de grados los materiales de la bomba y alcanza presiones millones de veces más altas que la presión atmosférica. Calcularemos el calentamiento a volumen constante y la presión final de la semiesfera de una bola de fuego, para así conocer más acerca de la explosión de la bomba atómica llamada «Gadget».

**Palabras clave:** bomba atómica, energía nuclear, destrucción, fenómeno físico, arma letal

## Explicación del tema

«Cuando me preguntaron sobre alguna arma capaz de contrarrestar el poder de la bomba atómica, yo sugerí la mejor de todas: La paz». Albert Einstein

La Segunda Guerra Mundial es uno de los sucesos bélicos más graves que, sin duda, la historia universal alguna vez podría destacar. Un suceso que quedaría marcado en la humanidad hasta nuestros días, no solo por ser la violación más grande de derechos humanos registrada, sino también por ser la cuna del arma más letal, la bomba atómica; un arma que, en su única aplicación, en Hiroshima y Nagasaki, dejaría más de 500 000 muertos. Durante la llamada Segunda Guerra Mundial, las grandes potencias del globo terráqueo, batallaban por quien sería la primera en crear, el arma más letal nunca antes vista. Estas grandes potencias involucradas eran las naciones de la Alemania nazi y los Estados Unidos de América.

Al mismo tiempo, es de suma importancia reconocer que para la creación de la bomba atómica se tuvieron que realizar varios estudios. Los mismos que tuvieron sus inicios en el año de 1930, con el científico judío austro-húngaro Leó Szilárd, quien leyó la emblemática obra *The World Set Free*, la cual relata acerca de una predicción sobre el arma más letal que alguna vez podría ser creada. Esta obra inspiró al científico a querer producir un arma igual a la que se mencionaba en el libro. Él hizo varios estudios, los cuales tuvieron como resultado el concepto de «reacción nuclear en cadena». Según Vargas (2021) «una reacción nuclear en cadena se produce cuando el resultado de una reacción hace que se produzcan más reacciones». Este concepto sería patentado, años posteriores, por Leó Szilárd, pero sería cedido, en 1936, al Almirantazgo Británico, para que de esta manera nadie logrará conocer sobre este concepto, sobre todo la Alemania nazi [1].

Por otra parte, en el año de 1938, Lise Meitner, Fritz Strassmann y Otto Hahn trabajaron de manera conjunta, mezclando sus conocimientos tanto en las ramas físicas como químicas, para llegar al descubrimiento de la fisión nuclear. La fisión nuclear, según [2] se define como aquella «reacción fisicoquímica mediante la cual se parte el núcleo de un átomo». Este descubrimiento sería un punto clave al momento de la creación de la bomba atómica, y lo que haría acreedor a Otto Hahn al Premio Nobel de Química.

En cuanto a la patente que se le otorgó al Almirantazgo Británico, realmente, no fue de mucha ayuda, ya que la información del concepto de la «reacción nuclear en cadena» fue filtrada, para después ser citada por el Proyecto Manhattan y por la prestigiosa Universidad de Columbia que, en 1938, tras citar este concepto decidió ofrecer a Leó Szilárd la opción de mudarse a la ciudad de Nueva York para dirigir la investigación más a profundidad de sus descubrimientos.

En el año de 1939, importantes científicos se encontraban en territorio americano, como Robert Oppenheimer, Leó Szilárd, Enrico Fermi, Albert Einstein, Eward Teller, entre otros. A quienes, bajo el amparo del presidente de los Estados Unidos, Franklin Roosevelt, participarían en el secreto Proyecto Manhattan, el cual produjo por primera vez la bomba atómica,

haciendo uso de los conceptos de fisión nuclear y de reacción nuclear en cadena.



**Figura 1.** Proyecto Manhattan  
Fuente: [shorturl.at/ostBG](http://shorturl.at/ostBG)

Los estadounidenses a través del Proyecto Manhattan buscaban ser los primeros en la creación de la misma. En el desarrollo de la bomba se hizo uso de dos elementos químicos: el uranio (U) y el plutonio (Pu).

El uranio es el elemento químico más pesado de origen natural que se encuentra sobre la Tierra. Este elemento está formado por tres tipos de isótopos: uranio 238  $U^{238}$ , uranio 235  $U^{235}$  y uranio 234  $U^{234}$ . De cada gramo de uranio natural: el 99,285 % de la masa es  $U^{238}$ , 0,71 %  $U^{235}$ , y 0,005 %  $U^{234}$ , de este último puede haber variaciones según el sitio [3].

Por otro lado, el plutonio es un elemento que no se encuentra de manera natural, el mismo se obtiene al bombardear  $U^{238}$ . Fue producido por primera vez por Seaborg, Wahl, Kennedy y McMillan el 14 de diciembre de 1940 en la Universidad de California en Berkeley. El Pu tiene veinte radioisótopos, con números másicos entre el 228 y el 247 [4].

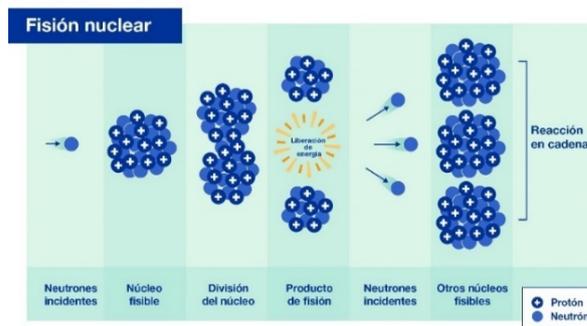
Para la creación de la bomba atómica se hizo uso especialmente del  $U^{235}$  y del  $Pu^{239}$ . Ya que los átomos de Pu239 son fisibles, de modo que si se alcanza la masa crítica (300 gramos) tiene la capacidad de hacer explosión. El  $U^{235}$  tiene seis veces más átomos de desintegración por descomposición radiactiva que los demás isótopos de U [5].

El impacto de la bomba atómica se basa en la energía nuclear, la cual se libera desde el núcleo de un átomo y puede producirse de dos formas: mediante fisión o fusión nuclear. Ambas emiten una gran cantidad de energía en modo de explosión. Sin embargo, en este documento se tratará únicamente la fisión nuclear, debido a que corresponde a la bomba atómica.

La fisión nuclear es la reacción fundamental para

el impacto destructivo de la bomba atómica. Esta ocurre cuando un átomo con un núcleo pesado es bombardeado por neutrones y pierde su estabilidad. Por lo tanto, el núcleo atómico se descompone en dos o más núcleos ligeros y más estables, desprendiendo gran cantidad de energía nuclear, rayos gamma y a su vez neutrones. Esto ocurre en una fracción de segundo.

En la bomba atómica, la fisión nuclear ocurre en forma de cadena, pues los neutrones resultantes de la fisión pueden provocar más fisiones al interactuar con nuevos núcleos atómicos pesados que, a su vez, emitirán nuevos neutrones y así se creará una reacción en cadena. Este proceso libera una energía, un millón de veces mayor que la obtenida al quemar un bloque de carbón o explotar un bloque de dinamita de la misma masa. Es decir, la fisión nuclear produce una cantidad descomunal de energía nuclear como calor y radiación, con una rapidez impresionante [6].



**Figura 2.** Representación gráfica de la fisión nuclear en cadena

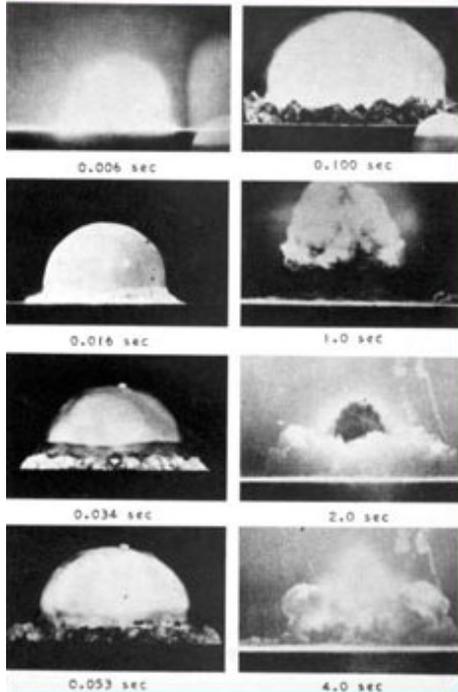
Fuente: [shorturl.at/fxGT2](http://shorturl.at/fxGT2)

En la bomba atómica se utilizan elementos inestables y pesados ( $U^{235}$  o el  $Pu^{239}$ ), para provocar la reacción de fisión nuclear y liberar gran cantidad de energía, para obtener su destructivo y masivo impacto.

La explosión de la bomba atómica sucede cuando la energía nuclear, liberada por la reacción en cadena de la fisión, calienta a decenas de millones de grados Celsius los materiales de la bomba y alcanza presiones millones de veces más altas que la presión atmosférica. Cuando se realiza el estallido se libera gran cantidad de radiación y energía nuclear en forma de luz, calor, rayos gamma y rayos X. Estos son absorbidos por el aire, lo cual provoca que se forme una onda de choque y una inmensa masa de aire incandescente, que aumenta de tamaño a una velocidad superior a la del

sonido. Sin embargo, a medida que va creciendo, su temperatura disminuye. En consecuencia, la emisión de luz y calor se detendrá poco tiempo después de la explosión (Nuclear Physics Experience, 2012).

En la Figura 3 se puede visualizar los primeros cuatro segundos de la explosión de la bomba Trinity, la cual fue la primera bomba atómica de prueba, hecha por los Estados Unidos.



**Figura 3.** Los primeros cuatro segundos de la explosión de la bomba Trinity  
Fuente: [shorturl.at/agwG0](http://shorturl.at/agwG0)

La explosión de una bomba atómica es devastadora a corto y a largo plazo, ya que tendría un alcance de varios kilómetros, destruyendo todo a su paso y dejando miles de fallecidos. Una vez terminada la explosión, los niveles de radiactividad serían enormes y altamente peligrosos, incluso letales. Además, las lluvias ácidas y radiactivas estarían presentes durante varios días, ocasionando problemas en la salud de las personas. Por consiguiente, la explosión de una bomba atómica es considerada un fenómeno físico de gran complejidad. De hecho, en 1945, en un desierto de Nuevo México, Estados Unidos hizo la primera explosión de un arma nuclear. La bomba llamada «Gadget» usaba como materia fisionable plutonio, la misma materia de la bomba atómica lanzada sobre Nagasaki tiempo después.

Cuando los explosivos convencionales compri-

mieron las dos semiesferas de plutonio, provocó que los neutrones dividieran los átomos del mismo emitiendo energía y crearán una reacción en cadena descontrolada.

En alguna decena de milisegundos, aproximadamente el 50 % de 20 kilotones de energía liberada por fisión de la bomba Gadget se deposita en la masa de aire contenida en un volumen inicial ( $V_0$ ) que es una semiesfera incandescente de radio de 200 m conocida como la bola de fuego. El rápido calentamiento tiene lugar a volumen constante y se supone que de forma uniforme en todo su volumen. Se puede calcular la presión y la temperatura de esta bola de fuego, con los datos de la presión atmosférica, la temperatura ambiente antes de la explosión y el volumen del aire implicado (suponiendo que el aire se comportaría como un gas ideal) [7].



**Figura 4.** Semiesfera de fuego «Gadget».  
Fuente: [shorturl.at/dhHPY](http://shorturl.at/dhHPY)

Para determinar el calentamiento a volumen constante y la presión final de la semiesfera de fuego, se necesitan los siguientes datos:

- 1 kilotón (kt) =  $4,18 \times 10^{12} J$
- Peso molecular del aire =  $28,9 g/mol$
- Temperatura ambiente antes de la explosión =  $17 \text{ }^\circ C$
- Calor específico a volumen constante de los gases diatómicos  $c_v = 5R/2$
- Constante R de los gases perfectos  $R = 0,082 atm \cdot l / (K \cdot mol) = 8,315 J / (K \cdot mol)$
- Radio de la semiesfera =  $200 m$
- Energía que calienta al aire contenido en la semiesfera =  $20 kilotones$

1. Debemos transformar los 20 kilotonnes a joules (cada joule equivale a  $4,18 \times 10^{12}$ ), teniendo en cuenta que solo el 50 % de estos se liberaron, es necesario multiplicar por 0,5.

$$Q = (0,5)(20kt)(4,18 \times 10^{12}J) = 4,18 \times 10^{13}J \quad (1)$$

2. Calculamos el volumen de la semiesfera de fuego en  $m^3$  y le transformamos a litros.

$$V_0 = \frac{1}{2} * \frac{4}{3} \pi r^3 * 1000 \quad (2)$$

$$V_0 = \frac{16}{3} \pi 10^9 l \quad (3)$$

3. Transformamos la temperatura ambiente antes de la explosión a Kelvin.

$$m = p_0 * V_0 \quad (4)$$

$$m = 1atm * \frac{16}{3} \pi * 10^9 \quad (5)$$

$$m = \frac{16}{3} \pi * 10^9 g \quad (6)$$

4. Transformamos la temperatura ambiente antes de la explosión a Kelvin.

$$T_0 = 17^\circ C + 273 \quad (7)$$

$$T_0 = 290K \quad (8)$$

5. Para calcular la temperatura utilizamos la fórmula de calor perdido por un cuerpo.

$$Q = n * c_v (T_1 - T_0) \quad (9)$$

Donde n (número de moles) = masa / peso molecular del aire = m / 28,9. Su unidad de medida es gramos/mol (g/mol).

$$4,18 \times 10^{13} J = \frac{16}{3} \pi * 10^9 g * \frac{1}{28,9g/mol} * \frac{5}{2} * 8,315 \frac{J}{K * mol} (T_1 - 290K) \quad (10)$$

6. De la ecuación de los gases ideales, obtenemos

la presión final.

$$p_1 * V_0 = n * R * T_1 \quad (11)$$

$$p_1 = \frac{\frac{16}{3} \pi * \frac{10^9 g}{28,9 \frac{g}{mol}} * 3758K}{\frac{16}{3} \pi * 10^9 l} \quad (12)$$

$$p_1 = 10,7atm \quad (13)$$

Una vez llegado a la temperatura de 3758 K y presión de 10,7 atm, la bola de fuego asciende arrastrando una columna de polvo y materiales vaporizados altamente radiactivos; mientras se va mezclando turbulentamente con el aire circundante [7].

De igual forma, es importante mencionar, el único uso en la historia de la bomba atómica que se realizó con fines bélicos. Este es uno de los hechos históricos más relevantes para la humanidad. Las ciudades de Hiroshima y Nagasaki fueron las víctimas de este suceso. Este ataque ocurrió durante la Segunda Guerra Mundial, el 9 de agosto de 1945, y fue liderado por las fuerzas estadounidenses.

Debemos saber, que la bomba de Nagasaki fue más fuerte que la de Hiroshima, lanzada tres días antes. La bomba atómica de Hiroshima, «Little Boy» (niño pequeño), fue construida con uranio y detonó con una potencia de 15 kilotonnes de TNT. Por otro lado, tres días después, la bomba «Fat Man» (hombre gordo) fue lanzada sobre Nagasaki, esta hizo explosión con una energía de aproximadamente 20 kilotonnes de TNT. A pesar de que la bomba atómica lanzada sobre Nagasaki era más potente, las consecuencias para la ciudad de Hiroshima fueron más devastadoras. Según los informes realizados por el ejército estadounidense, esto sucedió debido a las características geográficas de cada ciudad. Por un lado, Hiroshima se encuentra sobre un área plana, mientras que Nagasaki, está situada entre dos grandes valles, lo cual redujo significativamente el área de destrucción [8].

Sin duda, las bombas nucleares trajeron consigo innumerables pérdidas, destruyendo la mitad de Nagasaki y el 70 % de la ciudad de Hiroshima. En esta última se registró un diámetro de 1,5 kilómetros en el que se dio una pérdida material y humana total, debido a los 3000 grados centígrados de calor que la

bomba de uranio contenía en su interior. Según datos de las autoridades japonesas, en Hiroshima se dio una destrucción de 50 000 edificios e inmuebles [9].

En cuanto a las pérdidas humanas, fueron alarmantes, inicialmente se registraron 66 000 muertes en Hiroshima, sin embargo, para finales de 1945 esta cifra aumentó a 140 000. Pues muchos heridos no pudieron obtener asistencia médica inmediata y fallecieron.

Además, las lluvias radiactivas ocurridas días después de la explosión, provocaron la muerte de miles de personas.

Por otro lado, en Nagasaki, cerca de 75 000 personas murieron durante el ataque y en los meses posteriores. La cifra es menor a Hiroshima, ya que el impacto de la bomba atómica fue contrarrestado por las colinas que rodeaban a la ciudad. Sin embargo, Japón anunció que la cifra real de las muertes en ambas ciudades es de cerca de 500 000 [10].

## Conclusiones

Tras la investigación realizada, podemos deducir que el uso de la bomba atómica es un peligro para la humanidad e incluso una violación de los derechos humanos al ser considerada un arma letal. Funciona a base de la fisión nuclear de átomos pesados e inestables como el uranio y el plutonio, de esta forma, libera una gran cantidad de energía nuclear en forma de explosión, de luz y calor.

Desgraciadamente, como se analizó, la creación de la bomba atómica trajo consigo innumerables consecuencias para la humanidad debido a su naturaleza destructiva y el uso inadecuado por parte del hombre para la destrucción de la civilización. Como se evidenció en Hiroshima y Nagasaki, las pérdidas fueron devastadoras, 500 000 personas perdieron su vida en estos hechos lamentables; además de daños irreversibles en edificios e inmuebles de la zona.

Esto nos llama a la reflexión sobre si en realidad era necesario el lanzar las bombas atómicas, para poner el punto final a un conflicto, o solo la necesidad de mostrar superioridad ante otra nación.

## Agradecimientos

En primer lugar, queremos agradecer a nuestros profesores de Química, Bioquim. Mónica Matute; Matemática y Física, Ing. Rodrigo Pinto; Historia, Lcda. Daniela Hermida, quienes nos brindaron su apoyo para poder realizar de manera correcta este artículo. Gracias por el tiempo, paciencia y dedicación que tuvieron para ayudarnos a realizar con éxito esta actividad.

De igual manera, queremos agradecer a la Unidad Educativa Particular Salesiana María Auxiliadora por brindarnos los recursos y herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de investigación. Por último, queremos agradecer a nuestras compañeras y familia, por el apoyo brindado en la realización del artículo. Muchas gracias a todos.

## Referencias

- [1] Vargas, L., Donev, J. (9 de noviembre de 2021). Reacción nuclear en cadena. [En línea]. Disponible en [shorturl.at/nsBR2](http://shorturl.at/nsBR2)
- [2] Planas, O. (2021). *Fisión nuclear, qué es, cómo funciona y ejemplos* Energía Nuclear. [En línea]. Disponible en [shorturl.at/ipCHP](http://shorturl.at/ipCHP)
- [3] Guillermo, S. (2005). *El uranio, un elemento poco conocido*. [En línea] Disponible en [shorturl.at/qHJRT](http://shorturl.at/qHJRT)
- [4] Guillermo, S. (2005). *Z = 94, plutonio, Pu*. Anales Química. [En línea]. Disponible en [shorturl.at/fhCHM](http://shorturl.at/fhCHM)
- [5] Cordle, D. (2020). *Cómo fue el ensayo con la primera bomba atómica (y cómo cambió el mundo)*. BBC NEWS. [En línea]. Disponible en [shorturl.at/gBHJM](http://shorturl.at/gBHJM)
- [6] Nuclear Physics Experience. (2012). *Einstein writes a letter*. Nupex. [En línea]. Disponible en [shorturl.at/atMN9](http://shorturl.at/atMN9)
- [7] Sánchez, J. (2019). *Trinity*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [En línea]. Disponible en [shorturl.at/duGK6](http://shorturl.at/duGK6)
- [8] BBC News Mundo. (2018). *Nagasaki, la «olvidada» ciudad arrasada junto a Hiroshima por una bomba atómica*. [En línea]. Disponible en [shorturl.at/duGK6](http://shorturl.at/duGK6)

- [9] Calduch, R. (1991). Relaciones Internacionales. *Universidad Complutense Madrid*. [En línea]. Disponible en [shorturl.at/ILY27](http://shorturl.at/ILY27)
- [10] Serrano, C. (6 de Agosto de 2020). *Hiroshima y*

*Nagasaki: cómo fue el «infierno» en el que murieron decenas de miles por las bombas atómicas.* BBC News Mundo. [En línea]. Disponible en [shorturl.at/gxERZ](http://shorturl.at/gxERZ)