

## Propuesta de una pagina web para divulgar la ciencia que se realiza en México. Los aceleradores de partículas

**Ramón Hernández Acosta**

Facultad de Ciencias, UNAM

**María de la Paz Ramos Lara**

Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM

México

### Introducción a los aceleradores de partículas

Los aceleradores de partículas son instrumentos que a través de diversas técnicas permiten estudiar la composición de la materia. El proceso básico que siguen estos aparatos para determinar la naturaleza del objeto o material que se pretende analizar consiste en lanzar proyectiles (haz de iones) sobre éste y estudiar los fragmentos que resultan de la colisión. Durante algunos años se utilizaron fuentes radiactivas para estudiar el núcleo atómico, pero se tenía el problema de que el número de proyectiles y su energía cinética estaban limitados, por ello surgió la necesidad de contar con otros mecanismos que pudieran lanzar los proyectiles con una energía tal que les permitiera penetrar en los núcleos atómicos, lo cual exigía alcanzar energías de millones de electronvoltios (MV).

En las primeras décadas del siglo XX surgieron varias ideas, entre las que destacaron las de John D. Cockroft y Ernest T. S. Walton (quienes diseñaron una fuente de alto voltaje a través de condensadores y rectificadores), las de Robert Jamison Van de Graaff y las de Lawrence. Este último diseñó el acelerador llamado "ciclotrón" donde se imparte energía a las partículas a través de combinaciones de campos eléctricos y magnéticos.

En particular, Van de Graaff desarrolló un principio que usaban las antiguas máquinas electrostáticas de generar altos voltajes transportando cargas sobre una banda aislante y de esta manera acelerar las partículas que bombardearían los núcleos de los átomos. La primera máquina que inventó este científico norteamericano fue alrededor de 1929, dos años antes de integrarse como investigador al Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). En esta institución, en 1933, construyó un acelerador que alcanzaba 5 MV. Durante la segunda guerra mundial, Van de Graaff trabajó en la armada de los Estados Unidos como director de una empresa que construía aceleradores. Esta experiencia le permitió crear su propia empresa y después de la guerra fundó la High Voltage Engineering Corporation (HVEC), la cual se convirtió en una de las compañías más impor-



tantes que proveía aceleradores de partículas para la investigación médica y de física de altas energías, en la industria farmacéutica, e inclusive para realizar estudios de carácter histórico, entre otros.

En general, el espectro de las aplicaciones de los aceleradores de partículas en los países del primer mundo es muy amplio: en medicina (para diagnóstico y tratamiento de enfermedades, en la esterilización de materiales quirúrgicos, jeringas, plasma sanguíneo, tejido y órganos, por mencionar algunos), en la industria (de alimentos, de cosméticos, microelectrónica, química y metalmecánica, entre otras), en la biología, en la geología, en la odontología, en la metalurgia, en la arqueología e historia, en el arte, para realizar estudios sobre contaminación ambiental, de geología y suelos, y recientemente para evitar la contaminación por ántrax en oficinas de correos. La importancia de estos aparatos en diversos rubros ha conducido a los países industrializados a realizar cuantiosas inversiones para construir aceleradores cada vez más grandes y más potentes.

### **El primer acelerador de partículas instalado en México**

Para mediados del siglo XX, el costo de los aceleradores de partículas era muy elevado y requería de una infraestructura específica, no sólo en el aspecto material (de instalaciones y equipo periférico), sino también de recursos humanos. A pesar de que México a fines de la década de los 40's no contaba con las condiciones adecuadas para instalar y poner en marcha un Laboratorio Van de Graaff, Nabor Carrillo (entonces Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM) sabía que México no podía estar al margen de la era nuclear. En una visita que realizó en 1949 a la empresa High Voltage Engineering Corporation se convenció de la importancia de comprar un acelerador de partículas, así que regresó a México y entusiasmó con este proyecto a Carlos Graef Fernández y Alberto Barajas, directores del Instituto de Física y de la Facultad de Ciencias de la UNAM, respectivamente.

En efecto, las condiciones no existían, así que empezaron a buscar los medios que requerían para alcanzar el objetivo. En primer lugar, tanto el Instituto de Física como la Facultad de Ciencias no tenían un espacio propio, ocupaban unos cuartos que les prestaba la Escuela Nacional de Ingenieros en el Palacio de Minería, pero existía el proyecto de fundar una Ciudad Universitaria para la UNAM en el sur de la ciudad de México. En 1950 se colocó la primera piedra en lo que sería la Facultad de Ciencias y se logró dedicar un edificio propio para el Laboratorio Van de Graaff. Otro problema era contar con el dinero para comprar el acelerador de partículas de tan solo 2 MV, un millón de pesos. Para



resolver el problema los tres científicos recurrieron a Carlos Lazo, quien ocupaba el cargo de Gerente General del proyecto de Ciudad Universitaria, por lo que tenía recursos importantes. Lazo aceptó apoyar la idea, pero tenía que convencer al presidente Lic. Miguel Alemán para dedicar un millón de pesos de los fondos asignados al proyecto de Ciudad Universitaria. Finalmente lo logró y su adquisición ha sido considerada una donación del gobierno federal a la Universidad.

Otra problema eran los recursos humanos: se requería de personal académico capacitado en aceleradores de partículas, así que se procedió a la contratación de técnicos académicos e investigadores que empezaran a especializarse en el campo y en el equipo; algunos de ellos pasaron estancias en el extranjero. En 1952 llegó a México el acelerador de partículas tipo Van de Graaff de 2 MV y quedó a su cargo Fernando Alba (primer mexicano que obtuvo su doctorado en física en México, algunos años después). Los primeros colaboradores de Alba fueron Alonso Fernández, Vinicio Serment Cabrero, Ariel Tejera y Luis de la Peña. La instalación del laboratorio requería tiempo, así que quedó instalado y calibrado el equipo hacia finales de 1953; en este proceso colaboró también Enrique Díaz Lozada. Poco tiempo después se integró Marcos Mazari y viajó, al igual que Alba, al Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) para trabajar directamente en el tema de reacciones nucleares.

Una década fue la duración aproximada de la vida productiva del primer acelerador de partículas Van de Graaff. Para 1962 la física nuclear en el mundo tenía su mirada en energías cada vez mayores. Esto generó intereses diversos en la comunidad científica mexicana que se dedicaba a la física nuclear experimental. Algunos decidieron visitar laboratorios en el extranjero para llevar a cabo sus investigaciones e incluso colaborar en grandes proyectos internacionales, otros propusieron nuevos proyectos para adquirir aceleradores de mayor energía, otros emprendieron la aventura de construir aceleradores de partículas, y otros decidieron transformar el primer acelerador en uno de electrones para realizar investigaciones en el sector de alimentos y en derivados del petróleo.

### **Aplicaciones de los aceleradores de partículas en México**

Con el primer acelerador de partículas Van de Graaff de 2MV, México tuvo la oportunidad de dar inicio a investigaciones de ciencia básica en el campo de la física nuclear experimental y en poco tiempo logró insertarse en la productividad internacional de esta área con investigaciones originales. Gracias a la puesta en marcha de este laboratorio, la física en México, en especial la experimental, recibió un gran impulso lo que motivó a otras dependencias a adquirir aceleradores de partículas y desarrollar la física nuclear



experimental a través de proyectos tanto de investigación como de aplicaciones a diversos sectores. Poco a poco los aceleradores de partículas empezaron a multiplicarse en diversas instituciones científicas, pero donde aumentaron en número de manera considerable fue en el sector salud.

En el sector académico de investigación básica, el número de aceleradores no rebasa la decena y están concentrados principalmente en la UNAM y en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), donde existe el interés tanto de llegar a realizar estudios de frontera en el campo de la física nuclear como de prestar servicios tanto a empresas estatales como a empresas privadas. Por mencionar algunos ejemplos, en la UNAM los aceleradores se han usado para estudiar los efectos de la irradiación en alimentos buscando prolongar su vida de anaquel (maíz, trigo y nopal), caracterizar materiales o producir cambios en sus propiedades físicas y químicas, análisis del contenido de elementos (especialmente metales pesados) en alimentos, experimentos para desinfección, estudiar objetos arqueológicos e históricos y obras de arte, por mencionar algunos.

Con los tres aceleradores de partículas que posee el ININ se ha llevado a cabo investigación básica aplicada en varias áreas, como la física, la química, las ciencias ambientales, las ciencias biológicas, los alimentos, la ciencia e ingeniería de los materiales, la electrónica, la salud y estudios de daños por radiación entre otros. Con estos equipos se han puesto en marcha proyectos que buscan realizar estudios de: contaminación ambiental (análisis de muestras de polvo atmosférico), la descontaminación o desinfección de algunos desechos de hospitales, irradiación de alimentos (para tratamiento cuarentenario, eliminación de microorganismos patógenos, prolongación de vida de anaquel, eliminación de salmonella en huevo), tratamiento de gases de chimenea para la eliminación de dióxido de azufre y óxidos nitrosos, degradación de compuestos orgánicos y eliminación de microorganismos patógenos presentes en aguas y lodos residuales de origen tanto industrial como municipal, estudios de daños por radiación e irradiación de polímeros, entre otros.

En el sector salud, hay aceleradores de partículas tanto en el sector público como en el privado, y en total se cuenta con cerca de media centena de equipos de diversas características y funciones. Es de gran satisfacción saber que ahora los pacientes que presentan problemas cardiacos, neuronales y oncológicos se benefician de la alta tecnología que se cuenta con aceleradores de partículas, en algunos casos similar a la que se maneja en países del primer mundo. En el tratamiento de tumores cancerosos ha dado enormes beneficios, pues el contar con un haz de alta energía (para irradiar la zona afectada) permite tener una mayor penetración y mayor precisión en el tumor, evitando



así dañar tejido sano. También se puede cambiar el tipo de haz si lo que se quiere es irradiar una zona poco profunda (como la piel) y evitar daños en capas interiores.

En lo que a diagnóstico se refiere, la UNAM cuenta con un equipo PET (Tomografía por Emisión de Positrones), único en México, que permite realizar estudios de cáncer de cuerpo completo (con lo cual se puede delinear la localización y el tamaño del tumor), en neurología y en cardiología. Con este equipo es posible obtener información sobre el diagnóstico, estadio de la enfermedad, detección de enfermedad residual, respuesta a una terapia y pronóstico de varios tumores. Por otra parte, el acelerador de partículas más reciente que se ha incorporado en el sector salud pertenece al Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” dependiente de la Secretaría de Salud. Este acelerador está colocado a la vanguardia nacional e internacional y está dedicado para radioneurocirugía, especialmente para incidir en regiones cerebrales profundas donde la cirugía tradicional presenta limitaciones de acceso. La combinación y colaboración que este equipo tendrá con un equipo de resonancia magnética (único de Latinoamérica) es única en el mundo y será un espacio valioso de investigación.

### **Consideraciones finales**

Difundir la historia y el estado actual de la ciencia y la tecnología que se desarrolla en México no sólo significa dar a conocer la contribución de los científicos mexicanos en los contextos nacional e internacional, sino también implica mencionar tanto a los actores como a las instituciones científicas donde se han llevado a cabo estas contribuciones. De manera inevitable se tendrá que aludir al contexto social, económico y político que, de alguna manera, afecta o estimula los proyectos que se llevan a cabo. Asimismo, resulta necesario dar a conocer los beneficios que la sociedad mexicana en general (desde el ciudadano hasta las industrias) ha recibido gracias a la puesta en marcha de proyectos científico-tecnológicos planteados específicamente para resolver problemas nacionales. Transmitir esta información a cualquier público ayudará en una mejor valoración de la actividad científica que se ha llevado a cabo en México, pero también dará a conocer a los sectores público y privado las instituciones que cuentan con los recursos humanos y con las instalaciones adecuadas como para poner en marcha proyectos de mayor alcance que podrían redundar en beneficios a la comunidad mexicana y también al sector industrial. Pocos ciudadanos conocen las bondades del equipo científico y la capacidad de los científicos que posee México, por lo que difundir estos y otros aspectos es una actividad interdisciplinaria en la que deben intervenir los científicos mismos, los historiadores y los divulgadores, por mencionar sólo algunos especialistas.



## Diseño de la página web La Ciencia en México

Sin duda la divulgación de la ciencia a través de los museos interactivos ha dado excelentes resultados, gracias al aprendizaje que adquiere el visitante en el momento que se encuentra interactuando con el equipo. En el caso de internet también se puede lograr una interacción, en algunos casos similar y en otros diferente, a la utilizada en los museos. A través de Internet es posible contar con foros de debate, vídeo conferencias, chats, “webcams” o “webcasts”, y navegar mediante páginas de internet (y manejo de hipertextos), entre otras. Además que Internet cuenta con otras ventajas como:

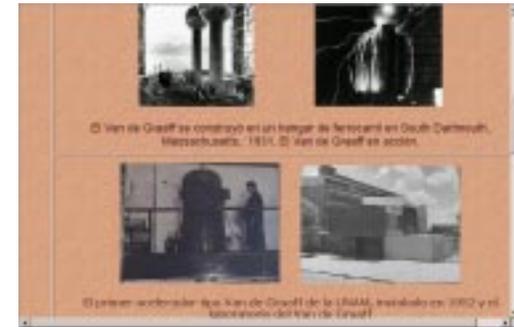
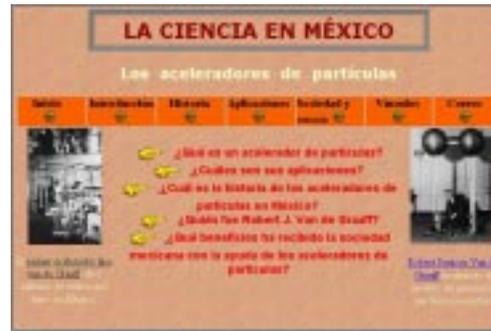
- Máxima difusión por su carácter de universal
- Con acceso las 24 horas del día y los 7 días de la semana facilita la estructuración de redes mediante vínculos con otras páginas.
- A través de internet es posible manejar colecciones de imágenes e información escrita con gran valor histórico, en lo que a ciencia y tecnología se refiere, además que se puede establecer conexión con una gran diversidad de páginas que ayudarán al usuario a ampliar la información deseada. De esta manera podemos plantear nuevas estrategias de divulgación de la ciencia, especialmente la ciencia que se hace en México, donde el usuario puede iniciar su recorrido con información accesible a nivel histórico y llegar mediante ligas a instituciones de investigación. De esta manera, el usuario podrá iniciar con aspectos de divulgación de la ciencia para después poder conectarse (si así lo desea) a los proyectos de investigación de frontera que se llevan a cabo en México, e incluso a la ciencia que se desarrolla en el mundo.

La página web que hemos diseñado lleva por título La ciencia en México, y pretende (hasta hoy con un ejemplo) además de divulgar la ciencia que se ha desarrollado en México dar la oportunidad al usuario de conectarse con la investigación científica que se desarrolla en este país y en el mundo entero. El ejemplo, que por ahora manejamos es un estudio sobre los aceleradores de partículas en México desde una perspectiva histórica, científica y social. La página provee, además de la información que aparece en este texto, vínculos con instituciones científicas y de salud que tienen aceleradores de partículas en México. Más adelante, esperamos ampliar los vínculos con instituciones del extranjero, tanto de investigación y educación, como de divulgación. A continuación se muestran algunas imágenes de la página.



## Agradecimientos

Deseamos agradecer a los doctores Javier Miranda y Juan Manuel Lozano del Instituto de Física de la UNAM por la cuidadosa revisión que hicieron a este trabajo y por sus comentarios y sugerencias que lo mejoraron



## Referencias generales

Pedro Bosh, Silvia Bulbulian, Marisela Fernández, Melania Jiménez, Nuria Segovia, Marcos Solache, Ariel Tejera, Pioneros de las ciencias nucleares, México, La ciencia desde México, 1994.

Paolo Brenni, "An Electrostatic Machine for the 20th Century", Bulletin of the Scientific Instrument Society, 63 (1999), 1-13.

Angel Dacal Alonso, "La física nuclear experimental en el IFUNAM", Ciencia y Desarrollo, XIV (1988), 83: 37-51.



Raúl Domínguez Martínez, Física nuclear en México 1933-1963, Colección Historia de la Educación, México, CESU, UNAM, Plaza y Valdés Editores, 2000.

Miguel José Yacamán, “Cincuenta años del Instituto de Física de la UNAM”, Ciencia y Desarrollo, XIV (1988), 83: 17-22.

J.M. Lenihan, La energía atómica y sus aplicaciones, Reverté, España, 1961.

Marcos Mazari Menzer, Angel A. Dacal, La física nuclear experimental en México, Instituto de Física, UNAM, 1975.

María de la Paz Ramos Lara (Coordinadora), Experiencia mexicana en aceleradores de partículas, UNAM, en prensa.