

# **ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGÍA NUCLEAR**

**Chautemps, N.A.<sup>1</sup>, Odetto, J.O.<sup>2</sup> y Murúa, C.A.<sup>3</sup>**

<sup>1y3</sup> Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina

<sup>2</sup> Centro Universitario de Tecnología Nuclear, Argentina

## **RESUMEN**

El Centro Universitario de Tecnología Nuclear (C.U.Te.N.) se forma debido a la necesidad de darle un espacio formal a las actividades de capacitación y difusión de la tecnología nuclear que se desarrollan en el ámbito del Reactor Nuclear RA-0. En el presente trabajo se detallan dichas actividades y la forma en que evolucionan de acuerdo a las necesidades educativas, al avance de la tecnología y a los requerimientos de los organismos encargados de la seguridad radiológica. Aprovechar los recursos de la tecnología informática aplicada a la educación nos permite efectuar cambios radicales en las prácticas y en la organización del conocimiento.

## **ABSTRACT**

The University Center of Nuclear technology (C.U.Te.N.) is formed due to the need for a formal space to the activities of training and dissemination of nuclear technology being developed in the field of Nuclear Reactor RA-0. This paper details these activities and the way in which evolve according to educational needs, the advance of technology and the requirements of the agencies responsible for radiation safety. Take advantage of the resources of the information technology applied to education allows us to make radical changes in practices and the Organization of knowledge.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El desarrollo de la tecnología nuclear en la generación de energía y en áreas de salud genera necesidades educacionales sociales, administrativas e individuales. Las mismas las establece Mejía [1] de la siguiente manera: necesidades sociales determinadas en el ámbito de la comunidad, administrativas en la fuerza laboral e individual como forma de mejorar la competencia y el desempeño profesional.

En ese sentido, determinar esas necesidades permite organizar los procesos educativos dentro de las carreras universitarias de grado y posgrado, como así también formación complementaria que facilite la inserción laboral en sectores que necesitan capacitación específica como es el caso de la industria nuclear.

Entre esos procesos educativos cabe diferencia el entrenamiento del adiestramiento dado que ambos se implementan como programas de formación. Con entrenamiento nos referimos a la preparación que se sigue para desempeñar una función, en tanto que adiestramiento implica estimular al aprendiz a incrementar sus conocimientos, destrezas y habilidades. Por

---

<sup>1</sup> achautemps@gmail.com

capacitación entendemos la adquisición de conocimientos técnicos, teóricos y prácticos que intervienen en el desempeño de una actividad.

Las situaciones que se presentan como necesidades de formación surgen desde el accionar de empresas como Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima (NASA) y su programa de capacitación, tanto para ingresantes como para personal de la planta que debe obtener permisos individuales para desempeñar funciones específicas [2]. Por otra parte el sector de Medicina Nuclear que debe calificar a los profesionales y técnicos para los diferentes puestos de trabajo, y mantenerse en capacitación y actualización permanente. A nivel universitario por el avance tecnológico y científico que obliga a estar a la vanguardia de los conocimientos que luego se vuelcan en el sector productivo. En el caso de la industria nuclear es necesario implementar programas de capacitación y entrenamiento, en tanto las materias que se dictan en las carreras universitarias se apoyan en programas que incluyen adiestramiento en temas específicos de física nuclear y protección radiológica.

La universidad tiene un compromiso con la sociedad de participar activamente en la solución de problemas que la aquejan con profesionales innovadores, investigadores, transmisores de saberes y expertos en el manejo de tecnologías. El educador desempeña un papel determinado en la aplicación de la flexibilidad curricular en tanto la calidad de los logros depende de su compromiso y disposición [3]. A su vez el CUTeN se encuentra inserto en un espacio universitario por lo que aprovecha las potencialidades de sus claustros para trasladarlos a los sectores que demandan capacitación, entrenamiento, investigación y desarrollos tecnológicos; cumpliendo de esta manera con el rol de la universidad.

En cuanto a las formas de capacitación en este ámbito, fueron evolucionando con la tecnología dando lugar a cambios radicales en las prácticas y en la organización del conocimiento. Uno de los aspectos tenidos en consideración han sido las diferentes situaciones espacio-temporales, tanto en relación profesor-alumno, como en relación a los contenidos [4]. Así surgen las aulas virtuales como una forma emergente de proporcionar conocimientos, y son aprovechadas ya sea para complementar las clases presenciales o como herramientas fundamentales para clases a distancia. De esta manera la localización de la información en espacios comunes permite crear un entorno fluido y multimediático en comunicación entre docentes y alumnos, y alumnos entre sí.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

Para llevar adelante las actividades de formación se fueron implementando diferentes modalidades siguiendo los cambios tecnológicos y las estrategias de enseñanza, teniendo en cuenta la necesidad de una capacitación continuada para mantener actualizados los conocimientos, habilidades y destrezas, como lo requieren los organismos reguladores en áreas que se trabajan con radioisótopos y radiaciones.

En los primeros cursos las clases fueron presenciales, de tipo dialogada, con un docente a cargo utilizando como recurso tecnológico de apoyo docente a los denominados retroproyectores (dispositivo que permite proyectar el contenido de una hoja). De esta manera el rol del participante era pasivo.

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación comenzaron a incorporarse al servicio de la formación. Así se confeccionaron las primeras aulas virtuales utilizadas como complemento de las clases presenciales, donde se dispuso programa de la asignatura, material de estudio y mensajería. Este recurso permitió el acceso de todos los alumnos a la bibliografía que se disponía en el espacio en forma rápida sin necesidad de esperar a la siguiente clase para adquirirla. A través de la mensajería los alumnos se comunicaban con los docentes o entre sí para realizar consultas, comentarios o sugerencias, que guiadas por el tutor/docente fortalecían el aprendizaje. De esta manera el aprendizaje se deslocalizaba [5], no era entre cuatro paredes el único lugar para aprender.

## **2.1. Nuevos roles con el devenir de la tecnología**

Con la incorporación de aulas virtuales se implementan nuevas tecnologías como vehículo transmisor de conocimientos, con lo cual se va modificando el rol de docente a tutor. En estos entornos se trabaja en grupo de forma síncrona o asíncrona y esa modalidad necesita ser guiada para alcanzar los objetivos previstos en los cursos.

El acceso a recursos propios de la unidad educativa como de otras instituciones amplía la información, que siempre debe ser cotejada por el tutor en calidad y veracidad de los contenidos. De esta manera el rol del profesor es de instructor, consejero, evaluador y deja de ser fuente de todo conocimiento. Le facilita el uso de las herramientas y recursos educativos; pasa a actuar como gestor de los recursos de aprendizaje y a acentuar su papel de orientador y mediador [6]

Para cumplir con ese rol se necesita estar preparado profesionalmente dado que el tutor debe ser un usuario aventajado en tecnología educativa, y tener capacidad de generar los propios materiales. En este sentido, el grupo de trabajo del CUTeN se actualiza para desarrollar e implementar recursos innovadores, desarrollando proyectos de investigación, realizando capacitaciones e integrando equipos de trabajo multidisciplinarios para afrontar los desafíos de las TICs (Tecnología de la Información y la Comunicación).

## **2.2. Nuevos materiales de enseñanza y aprendizaje**

Con los avances de la tecnología informática aplicada a la educación surgen nuevas formas de almacenar y procesar la información que superan las tradicionales. Así nos encontramos con hipertextos, tutoriales multimedia, bases de datos en línea, bibliotecas electrónicas, y también medios de comunicación y tecnología avanzada como videos interactivos, blog, chat, aulas virtuales, sistemas multimedia, simulaciones, applets educativos; e incorporación de esa tecnología en dispositivos móviles.

Los materiales didácticos están evolucionando con la tecnología, de allí la importancia de mantenerse actualizado para seguir el ritmo vertiginoso de la sociedad del conocimiento y la

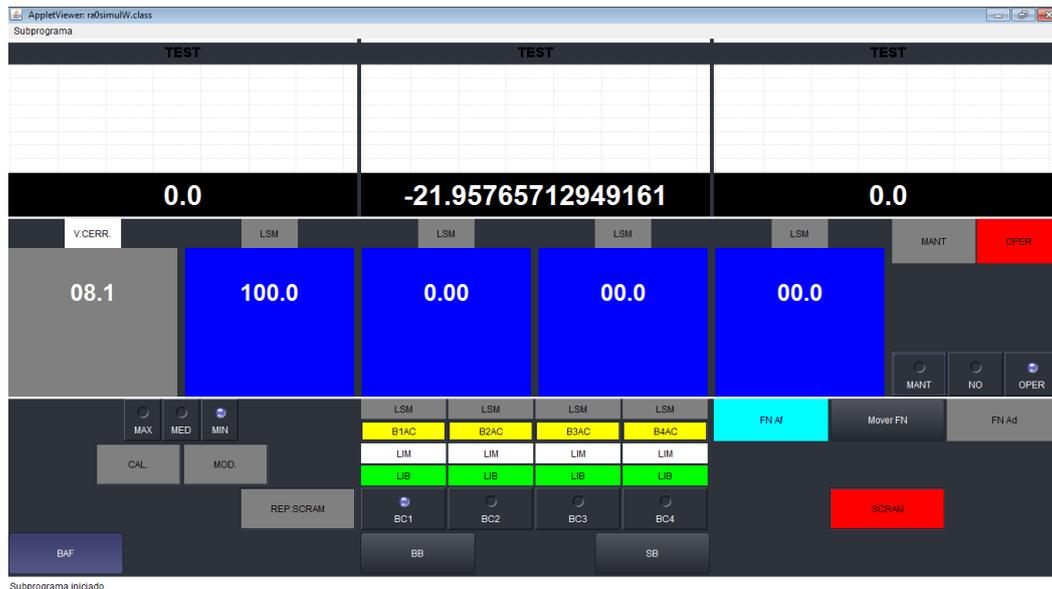
globalización cultural, y utilizar estrategias tecnológicas para un proceso exitoso de la enseñanza.

### 2.2.1. Materiales desarrollados por el grupo de capacitadores del CUTeN

Uno de los materiales desarrollados han sido los simuladores, dadas las restricciones presentadas por el gran número de alumnos, y las de trabajar en ambiente con radiaciones ionizantes, como es el caso de las prácticas para física nuclear y de reactores.

Los simuladores permiten un aprendizaje vivencial haciendo que el alumno reflexione e indague sobre sus acciones, tome sus propias decisiones, aplique lo estudiado en la teoría y saque sus conclusiones sobre los fenómenos físicos involucrados.

A continuación se presentan dos simuladores: el del Reactor Nuclear RA-0, y uno sobre detector de radiación ionizante.



**Figura 1. Pantalla del simulador del RA-0**

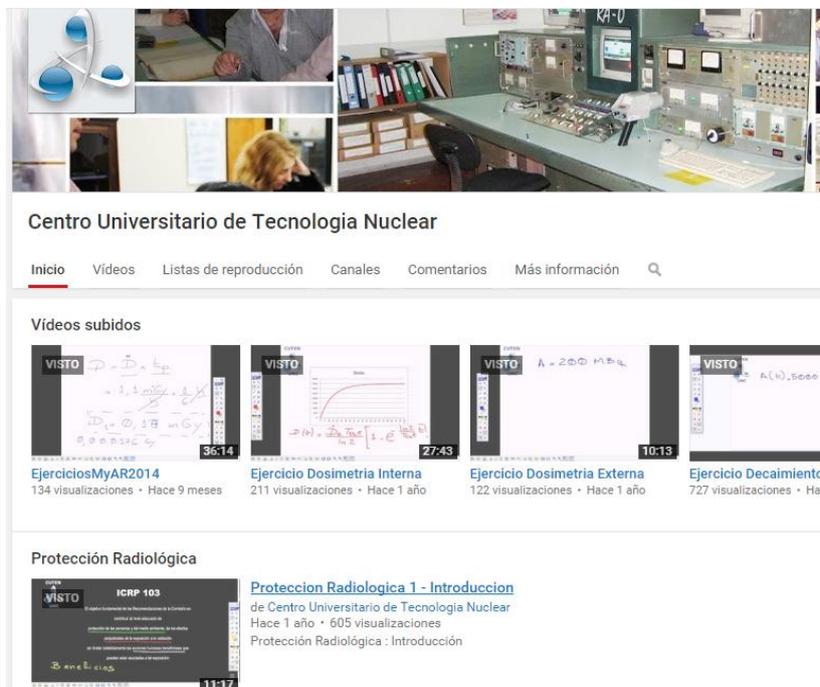


**Figura 2. Instrumento de medición simulado**

Ambos simuladores se utilizan en las prácticas correspondientes a los cursos que se dictan para la Central Nuclear Embalse, en los de posgrado y en algunas materias de grado de las carreras de ingeniería.

Otro de los recursos desarrollados son videos explicativos sobre física nuclear, protección radiológica, física de reactores. Los mismos están disponibles en Youtube e incluyen realización de ejercicios y desarrollos teóricos:

<https://www.youtube.com/channel/UCAqYymDRTTeJQuciTp2LygA>



**Figura 3. Videos en youtube**

## 2.2.2. Materiales disponibles en la web

Una de las modalidades para la capacitación consiste en integrar herramientas educativas disponibles en la web con la finalidad de fortalecer clases teóricas, prácticas y de laboratorio en física nuclear. Contempla la búsqueda de recursos educativos abiertos y software libres, la validación de los mismos, la elaboración de instructivos de uso, y una prueba piloto con un reducido grupo de alumnos. Finalmente la implementación de las mismas en un aula virtual.

De esta forma se aprovecha la tecnología para generar nuevas y distintas formas de aprender [7], y se potencian los recursos disponibles incorporándolos a las clases teóricas y prácticas.

Se ilustran a continuación las herramientas seleccionadas y una breve descripción de cada una de ellas.

- <http://www.molypharma.es/esp/calculadora.html> se utiliza para realizar cálculos de actividad de un radionucleido.

The software interface for calculating activity is titled "Calculadora de actividad" and features the equation  $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$  at the top. It is organized into several functional sections:

- Radioactive Decay Section:** Includes a dropdown menu for radionuclides (Actinio 227, Aluminio 26, Aluminio 29, Americio 241, Antimonio 124) and a "Período de Semidesintegración" field. It contains three sub-sections:
  - Decaimiento radioactivo:**  $N = N_0 e^{-(0.693/T_{1/2})t}$ . Fields for initial activity (N<sub>0</sub>), decay time (t), and final activity (N).
  - Tiempo de decaimiento:**  $t = -(T_{1/2}/0.693) \cdot \ln(N/N_0)$ . Fields for initial activity (N<sub>0</sub>), final activity (N), and decay time (t).
  - Tiempo de retirada de productos sólidos:**  $t = -(T_{1/2}/0.693) \cdot \ln((L \cdot Q_0)/(N_0/m))$ . Fields for initial activity (N<sub>0</sub>), mass (m), and decay time (t).
- Removal Limits Section:** Fields for "Solido (kBq/kg)", "Liquido (kBq/l)", and "Gas (kBq/m<sup>3</sup>)".
- Utility Section:** Includes "Convertidor de unidades" (kBq, MBq, uCi, mCi), "Resta fechas" (mm/dd/yyyy), and "Añade/substrae días" (mm/dd/yyyy).

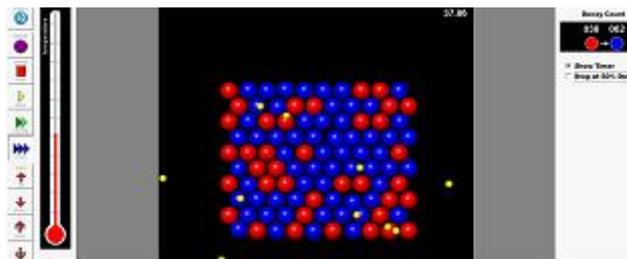
Figura 3. Software para cálculo de actividad

- [https://phet.colorado.edu/sims/build-an-atom/build-an-atom\\_es.jnlp](https://phet.colorado.edu/sims/build-an-atom/build-an-atom_es.jnlp) permite construir un átomo agregando protones, neutrones o electrones y mostrando en el margen superior derecho una tabla con el átomo que se va formando. Además se puede acceder a un juego para verificar conocimientos adquiridos.



**Figura 4. Software para construcción de átomos**

[http://getwordwall.com/VisualSimulations\\_atomScope2](http://getwordwall.com/VisualSimulations_atomScope2) es un programa de simulación de partículas para la enseñanza en física. Cuenta con una colección de simulaciones que reflejan una idea clave en la ciencia de los átomos y las moléculas.



**Figura 5. Simulador de partículas**

### 2.2.3. Materiales elaborados a partir de herramientas disponibles

Otra de las modalidades en cuanto uso de material educativo radica en desarrollar nuevos materiales didácticos sobre la base de diversos software.

- Tal es el caso de mapas conceptuales, que representan en esquemas lógicos un conjunto de conceptos en forma de proposiciones [8] permitiendo organizar la estructura de las clases. El software utilizado es el CmapTools, y el producto desarrollado se sube a un aula virtual. Estos mapas son interactivos con vínculos a videos, guías de ejercicios, material teórico, laboratorios virtuales, y demás recursos que aporten mejoras a la transferencia de conocimientos. A continuación un modelo elaborado para una de las unidades de física nuclear:



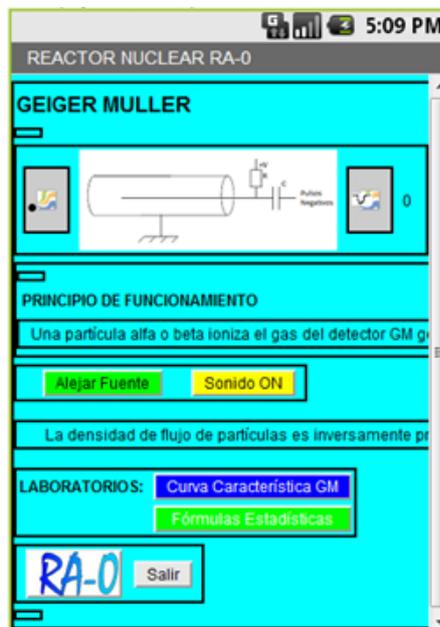
Figura 6. Mapa conceptual elaborado en CmapTools

- Objetos de aprendizaje, son materiales de soporte digital y carácter educativo diseñados y creados en pequeñas unidades con el propósito de poder reutilizarse en sucesivas sesiones de aprendizaje [9]. Estos materiales, dentro de una página HTML, integran objetos de soporte que facilitan un aprendizaje completo que se refuerza con imágenes, videos, animaciones, ejercicios y evaluaciones, entre otros. Fueron confeccionados en Exe Learning que es un ambiente que permite a los profesores elaborar y publicar cursos en internet sin la necesidad de aprender lenguaje HTML o XML, y es un software libre. También en este caso se dispusieron en aulas virtuales. A continuación se muestra uno donde se detalla la primer parte con los objetivos e importancia del contenido abordado.

Proyecto	
<p><b>Importancia</b></p> <p>Dado que el aprendizaje significativo tiene lugar cuando el educando da sentido o establece relaciones entre los nuevos conceptos y los conocimientos existentes, o con alguna experiencia anterior, es que se desarrolla un simulador en el cual, el material aprendido deba ser relacionable a la estructura cognitiva de quien aprende. La utilización de éste modelo de simulación, puede servir para una ampliación del modelo mental, o en otros términos a un enriquecimiento conceptual.</p>	<p><b>Funcionamiento</b></p> <p>Un simulador de principios básicos corre a tiempo real y contiene modelos sencillos de la instalación, que representan las características dinámicas principales del reactor, con la posibilidad de que la persona que está siendo capacitada, pueda tomar acciones sobre la simulación que se encuentra ejecutándose, como así también, adquirir práctica en la realización de maniobras de operación poco habituales.</p>

Figura 7. Objeto de aprendizaje

- Uso de dispositivos móviles en educación. Los dispositivos móviles como el teléfono celular, Tablet-PC, laptops, o los asistentes personales digitales (PDA), son procesadores con memoria que se pueden conectar a Internet, y que son utilizados por las personas en sus actividades cotidianas [10]. Se diseñaron distintos materiales como minitutoriales sobre física nuclear utilizando App inventor que es un programa que provee herramientas básicas para crear aplicaciones en dispositivos móviles. Se trabaja en el emulador de Android que es un software que se ejecuta en una computadora y se comporta como el dispositivo móvil. Luego se traslada el material al mismo. El minitutorial contiene información complementaria como gráficos, videos, vademécum y permite ser usando en forma individual o compartida. La pantalla inicial mostrada en la figura 8 corresponde al minitutorial, con un área de contenido a través de iconos que facilitan el acceso a sitios de interés.



**Figura 8. Imagen del minitutorial para móviles**

### **3. CONCLUSIONES**

La implementación de material de estudio utilizando recursos educativos como videos, applets, simuladores, mapas conceptuales, todos integrados en aulas virtuales impacta positivamente en la transmisión de conocimientos en las materias relacionadas al área nuclear (Física Nuclear, Protección Radiológica, Física de Reactores), lo cual se ve reflejado en los resultados de los exámenes finales presentados ante la Autoridad Regulatoria Nuclear para la obtención de licencias y permisos individuales, en los cuales aprobaron el 90% de los evaluados.

#### 4. REFERENCIAS

1. Mejía A. *Educación continua*. Educación Médica y Salud, Washington, Estados Unidos (1986).
2. “Autoridad Regulatoria Nuclear: Norma AR 0.11.1.” [http://www.arn.gov.ar/images/stories/que\\_hace\\_la\\_ARN/resena\\_de\\_actividades/marco\\_regulatorio/normas\\_regulatorias/0-11-1\\_R3.pdf](http://www.arn.gov.ar/images/stories/que_hace_la_ARN/resena_de_actividades/marco_regulatorio/normas_regulatorias/0-11-1_R3.pdf) (2002).
3. Díaz, M. *Flexibilidad y educación superior en Colombia*. Calidad de la educación superior, Bogotá, Colombia (2002).
4. Martínez, F. *La enseñanza ante los nuevos canales de comunicación*. F.J. Tejedor y A.G.V. Alcárcel. Madrid, España. (1996).
5. Bosco, J. “Schooling and Learning in an Information Society”. Washington, Estados Unidos. Congress, Office of Technology Assessment, Education and Technology: Future Visions, OTA-BP-EHR-169. September, (1995).
6. Salinas, J. *Redes y desarrollo profesional del docente: entre el dato serendipity y el foro de trabajo colaborativo*. Universidad de Granada. España. (1998).
7. Sánchez, J. “Construyendo y aprendiendo con el computador”. Santiago de Chile: Centro Zonal Universidad de Chile, Proyecto Enlaces. (1999).
8. Novak, J.D. *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates. (1998).
9. Wiley, D.A. “Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor and taxonomy”. <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc> (2000).
10. García, M.C y Monferrer, J.M. Propuesta de análisis teórico sobre el uso del teléfono móvil en adolescentes. *Comunicar*. (2009).