



### III. PROFESORES PARTICIPANTES.

Incluir exclusivamente a los profesores registrados en el protocolo del proyecto y que efectivamente participaron en el desarrollo del mismo, durante el periodo que se reporta.

NOMBRE DEL PARTICIPANTE	PRINCIPALES ACTIVIDADES REALIZADAS	PERIODO	
		de	a
1) TEODORO RIVERA MONTALVO	SINTESIS Y CARACTERIZACION DEL ZrO <sub>2</sub> EN ACELERADORES LINEALES	01 02 2006	31 11 2006
2) CLAUDIA AZORIN VEGA	OBTENCION DE CURVAS DE ZrO <sub>2</sub>	05/ 05 2006	10 /08 2006
3) FRANCISCO SEPULVEDA MARTINEZ	IRRADIACION DE LAS MUESTRAS	01/05/200 6	20/05/20 06
4) JOSE ANTONIO IRAN DIAZ GONGORA	DETERMINACION DEL TAMAÑO DE GRANO DE LAS MUESTRAS	15/04/200 6	20/06/20 06
5) CLAUDIO FURETTA	ANALIZO Y SIGUE ANALIZANDO LA CINETICA DE LAS CURVAS OBTENIDAS	01/08/200 6	30/12/20 06
6)			
7)			
8)			

### IV. DESARROLLO TÉCNICO DE LA INVESTIGACIÓN.

#### 1. Resumen.

En este proyecto se obtuvieron los resultados preliminares de estudiar las propiedades termoluminiscentes (TL) del óxido de circonio ante radiaciones ionizantes producidas por aceleradores lineales. Las muestras de óxido de circonio fueron sintetizadas mediante la técnica sol-gel. Las muestras fueron caracterizadas por medio de análisis térmicos y por difracción de rayos-x. Las muestras de ZrO<sub>2</sub>, previamente expuestas en haces provenientes de aceleradores lineales fueron caracterizados presentando una curva termoluminiscente con dos picos a 160 y 250°C. Las características dosimétricas obtenidas permiten seguir estudiando las demás propiedades termoluminiscentes para la detección neutrones en aceleradores lineales.

#### 2. Introducción.

El estudio de las propiedades físicas y químicas de materiales crecidos artificialmente en forma de películas, multicapas y nanopartículas "que llamaremos globalmente materiales nanoestructurados" ha crecido en forma acelerada durante los últimos años. Estos estudios han dado origen a avances tecnológicos revolucionarios en la última década en varios campos que utilizan sus nuevas propiedades físicas. El estudio experimental de las propiedades físicas de nuevos materiales nanoestructurados requiere de la posibilidad de fabricación bajo condiciones reguladas mediante técnicas químicas como: sol-gel, en micromiscelas o precipitación y la asistencia de técnicas variadas que caractericen, por un lado características morfológicas mediante espectroscopía de energía dispersa y por el otro el estudio de la estructura del material mediante Rayos X, microscopía electrónica de

transmisión, etc. Todas estas técnicas son necesarias y serán utilizadas durante el estudio de las Propiedades termoluminiscentes de Materiales Nanoestructurados objetivo fundamental de este proyecto.

La experiencia en la preparación y estudio de materiales en polvo anclada en óxidos metálicos mediante el proceso de Sol-Gel, es muy útil en el desarrollo de nuevos materiales dopados y de tamaño muy pequeño. Este método de preparación de materiales termoluminiscentes fue recientemente adoptado para materiales elaborados en forma de polvo de tamaño del orden de micras sin dopar y dopados los cuales presentan características ópticas y termoluminiscentes altamente prometedoras, lo que permite incursionar una investigación en la obtención de materiales nanoestructurados sin dopar y dopados los que figuran como fuertes candidatos a ser usados en la detección de radiación ionizante y no ionizante y por su consiguiente desarrollo de nanopartículas de materiales dosimétricos. De esta manera es posible crear nuevos materiales, al controlar sus propiedades variando el tamaño de los granos y la manera en que estos se ensamblan, lo que abre una nueva posibilidad de crear materiales con propiedades termoluminiscentes únicas o mejoradas y lo más sobresaliente de este proyecto es la propuesta de las aplicaciones de estos materiales como dosímetros termoluminiscentes en la dosimetría de neutrones térmicos. El material empleado en dosímetros termoluminiscentes ha de ser transparente a la luz que emite. Los materiales más empleados en la fabricación de dosímetros termoluminiscentes para neutrones son el fluoruro de litio ( $6\text{LiF}$ ) y el fluoruro de litio ( $7\text{LiF}$ ). Los materiales pueden doparse con otros o prepararse en una composición isotópica específica para aplicaciones especializadas, como la dosimetría de neutrones.

En el presente proyecto, se propone centrar la atención en la preparación de nanopartículas de  $\text{ZrO}_2$  en forma de polvo obtenido mediante la técnica de Sol-Gel, para su posterior caracterización termoluminiscente y su propuesta para su uso como dosímetro de neutrones en las aplicaciones de los neutrones en medicina.

Es extremadamente difícil producir neutrones sin acompañamiento de rayos gamma y rayos X. En general, cabe suponer que, si hay presencia de neutrones, también hay fotones de alta energía. Los peligros que entrañan la manipulación y el uso de fuentes de radiación exigen características especiales de diseño y construcción de estas instalaciones que no se requieren en laboratorios o áreas de trabajo normales. Estas características especiales de diseño se incorporan de tal forma que los trabajadores no soporten incomodidades pero tengan la seguridad de que no están expuestos a peligros radiológicos externos o internos excesivos. La Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones (CIPR) ha propuesto los principios siguientes, que deben informar la utilización de la radiación ionizante y la aplicación de las normas de seguridad radiológica.

### **3. Métodos Experimentales.**

Se prepararon partículas de óxido de circonio ( $\text{ZrO}_2$ ) adicionando 6.72 moles de propóxido de circonio (IV) a una solución acuosa acidificada con ácido nítrico a  $\text{pH}=1$ , usando 1.34 moles de agua deionizada. La adición de propóxido de circonio (IV) a la solución acuosa, se hizo bajo atmósfera inerte y con agitación. La mezcla de reacción se calienta a  $85\text{ }^\circ\text{C}$  por 14 horas, después, el sólido blanco que se obtiene se separa por filtración y se lava con agua destilada. La muestra es sometida a una temperatura de  $120\text{ }^\circ\text{C}$  en aire por 2 h para su secado. Finalmente los polvos obtenidos se calientan a  $1000\text{ }^\circ\text{C}$ .

Las muestras obtenidas en forma de polvo de muestra compactado sobre un vidrio poroso fueron analizadas para la determinación de su estructura usando el difractómetro de rayos-x marca Siemens, modelo D-500 con radiaciones  $K_\alpha$  de Cu. Los barridos fueron en escala  $2\theta$  entre 4 y 70 con intervalos de  $0.03^\circ$  y un tiempo de integración de 0.3s en cada punto.

Para estudiar la imagen de la superficie del sólido de  $\text{ZrO}_2$ -a, obtenido a partir de la reacción de hidrólisis-condensación del  $\text{Zr}(\text{C}_3\text{H}_7\text{O})_4$  y secado a  $120\text{ }^\circ\text{C}$  por 20 h, se usó microscopía electrónica de barrido. La imagen se obtuvo en el Microscopio Electrónico de Barrido, marca JEAL, modelo JSM-5900LV.

Para la realización de la presente investigación se usaron polvos. Previamente, a la exposición a las radiaciones

ionizantes y la determinación de sus características, los polvos de óxido de circonio  $ZrO_2$  fueron sometidos a un tratamiento térmico de borrado, el cual consistió en calentar los polvos de  $ZrO_2$  a una temperatura de  $300^\circ C$  durante 10 min. Se dejaron enfriar a temperatura ambiente y en seguida se procedió a tomar la lectura de fondo. Para este proyecto se estudió únicamente la curva termoluminiscente y para la siguiente etapa del proyecto se pretende estudiar la sensibilidad del material, la respuesta en función de la dosis absorbida, desvanecimiento de la información y reproducibilidad.

Para estudiar la curva termoluminiscente (TL) del  $ZrO_2$  expuesto ante radiaciones beta, las muestras tratadas térmicamente, se dejaron enfriar a temperatura ambiente y en seguida se colocaron en recipientes para su posterior irradiación a diferentes tiempos de exposición de neutrones y fotones provenientes de aceleradores lineales.

La lectura de los dosímetros se llevó a cabo en un Analizador Termoluminiscente Harshaw modelo 4000, acoplado a una PC. La adquisición de la lectura se llevó a cabo utilizando una razón de calentamiento de  $10^\circ C/s$ . La señal Termoluminiscente fue digitalizada mediante dos canales de una interface RC232C integrando la señal TL entre  $50$  y  $350^\circ C$ . Todas las lecturas se realizaron en atmósfera de nitrógeno para evitar contribuciones de la señal espuria emitida por el calentamiento de la plancheta.

#### 4. Resultados.

Las muestras de  $ZrO_2$  preparadas por el método de sol-gel, dieron como resultado la obtención de polvos de color blanco

Las muestras de  $ZrO_2$  en forma de polvo preparadas por el método de sol-gel fueron analizadas utilizando un Difractómetro de rayos-x marca Siemens, modelo D-500 con radiaciones  $K_\alpha$  de Cu. Los barridos fueron en escala  $2\theta$  entre  $4$  y  $70$  con intervalos de  $0.03^\circ$  y un tiempo de integración de  $0.3s$  en cada punto.

La imagen de la superficie del sólido obtenido a partir de la reacción de hidrólisis-condensación del  $Zr(C_3H_7O)_4$  y secado a  $120^\circ C$  por 12 h. La imagen se obtuvo en el Microscopio Electrónico de Barrido, marca JEAL, modelo JSM-5900LV. Esta imagen muestra que el  $ZrO_2$  es amorfo formado por agregados grandes.

La curva termoluminiscente está compuesta de dos picos de emisión a  $160$  y  $250^\circ C$  respectivamente. La probabilidad de escape isotérmico de los electrones en estados de atrapamiento de sólidos previamente irradiados es proporcional al factor de Boltzmann, por lo que es de esperar que el segundo pico ( $250^\circ C$ ) sea notablemente más estable.

#### 5. Conclusiones.

La nobleza del método de sol-gel para la preparación de óxidos metálicos utilizando precursores alcóxidos, permite obtener materiales termoluminiscentes a bajas temperaturas de muy alta calidad. La temperatura del segundo pico de emisión ( $250^\circ C$ ) junto con su sobresaliente estabilidad son características atractivas para considerar la posibilidad de continuar estudiando las muestras para obtener todas las características disimétricas del material.

### V. EJERCICIO DE PRESUPUESTO TOTAL.

PRESUPUESTO DEL PROYECTO	IPN-SIP		OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO *	
	ASIGNADO	EJERCIDO	ASIGNADO	EJERCIDO
<b>GASTO CORRIENTE</b>	39,000	39,0000		
<b>INVERSIÓN</b>				
<b>TOTAL</b>	39, 000	39, 000		

\* Especifique el nombre de la fuente de financiamiento: \_\_\_\_\_

## VI. PRODUCTO(S) OBTENIDOS.

	Se obtuvieron materiales de ZrO <sub>2</sub> en forma de polvo para su caracterización ante neutrones térmicos

## VII. SUBPRODUCTOS OBTENIDOS.

	CLAVE DEL SUBPRODUCTO	DESCRIPCIÓN	ANEXO No.
<b>1. SUBPRODUCTOS TÉCNICOS:</b> 1.1 PROTOTIPOS 1.2 PATENTES 1.3 CERTIFICADOS DE INVENCIÓN 1.4 HARDWARE 1.5 SOFTWARE  <b>2.FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS:</b>  2.1 EST. PIFI 2.1.1 N.M.S. 2.1.2 N.S. 2.1.3 N.P.  2.2 PRACTICAS PROFESIONALES  2.3 SERVICIO SOCIAL  2.4 TESIS 2.4.1 N.S. 2.4.2 N.P.  <b>3. DIFUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b>  3.1 CURSOS 3.1.1 NACIONAL 3.1.2 INTERNACIONAL  3.2 CONFERENCIAS 3.2.1 NACIONAL 3.2.2 INTERNACIONAL  3.3 ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN  3.4 PROGRAMAS DE TV-RADIO.  3.5 ARTÍCULOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS 3.5.1 NACIONAL 3.5.2 INTERNACIONAL  3.6 LIBROS  3.7 SEMINARIOS  <b>4. OTROS</b>  4.1 PRECISAR	2.1.2	Jesús Salvador Galvez Orozco, caracterización de las muestras mediante termoluminiscencia	
	2.1.3	Claudia Guillermina Azorín Vega, analizó y estudio las curvas TL obtenidas	
	2.4.2	Claudia Azorín Vega, estudiante de doctorado que se encuentra en el segundo semestre	
	3.1.2	Profesor del Curso " ACTUALIZACION EN LA FISICA DE LAS MODALIDADES RADIOLOGICAS MODERNAS". Centro de Investigación en Ciencia aplicada y tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional y el Hospital Juárez de México. 21 al 26 de agosto 2006. 40 hrs	
		Profesor del Curso " DOSIMETRIA TERMOLUMINISCENTE APLICADA EN MEDICINA". Centro de Investigación en Ciencia aplicada y tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional y el Hospital Juárez de México. 21 al 26 de agosto 2006. 40 hrs	
	3.2.1	<b>LAS RADIACIONES IONIZANTES EN LAS EXPOSICIONES MEDICAS: RIESGOS Y BENEFICIOS</b> TEODORO RIVERA MONTALVO CONFERENCIA UNIVERSIDAD VERACRUZAN ORIZABA VER, 17 NOVIEMBRE 2006	
	3.5.2	<b>PREPARATION OF LUMINESCENT NANOCRYSTAL STARTED FROM AMORPHOUS ZIRCONIA PREPARED BY SOL-GEL TECHNIQUE</b> T. RIVERA MONTALVO, L. OLVERA TENORIO, J. AZORIN NIETO, M. BARRERA SALGADO, A.M. SOTO ESTRADA AND C. FURETTA RADIATION EFFECTS AND DEFECTS IN SOLIDS VOL. 161, No. 2, FEB 2006, 190-201 INGLATERRA	

## 2. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

### 2.1. ESTUDIANTES PIFI

Nombre: CLAUDIA AZORIN VEGA

Nivel: POSGRADO

Semestre: SEGUNDO

Tiene constancia de aceptación: SI

Estado actual del alumno: EN PROCESO

Actividad: ESTUDIO Y ANALISIS DE LAS CURVAS