

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

REPORTE DE EVALUACIÓN DE INFORME TECNICO

Fondo:	I0017- Fondo SEP - CONACYT
Solicitud:	00000000258004- NANOESTRUCTURAS DE CIRCONIA IM
Etapas:	001
Título:	NANOESTRUCTURAS DE CIRCONIA IMPURIFICADA CON TIERRAS RARAS OBTENIDAS MEDIANTE LAS TÉCNICAS DE POLIOL Y ROCÍO PIROLÍTICO ULTRASÓNICO
Usuario:	X_gjuarez103353
Nombre:	Guillermo Juarez Lopez
formato:	INF_FINAL_CB- INFORME FINAL CIENCIA BASICA
Fecha:	30 de junio de 2021
Estado del Documento:	En Proceso
Sección:	IFINAL_CB
Pregunta:	Capture aquí el resumen de este informe
Respuesta:	<p>01 capture aquí el resumen de este informe A lo largo de este trabajo de investigación, se planteó como inicio de proyecto conjuntar conceptos teóricos y prácticos para implementar un sistema alterno que sea utilizado en la síntesis de materiales mediante la técnica Rocío Pirolítico Ultrasónico (RPU). Para ello, se diseñó de forma alterna un horno con tubo de cuarzo constituido por tres zonas de calentamiento (TSFL) y un dispositivo para generar aerosol en flujo laminar (GFL) con diferente geometría, considerando la entrada principal del aerosol al centro, apoyado por cuatro salidas de aire y modelado en SolidWorks 2015. Para ello, se utilizó la metodología de Krick, para generar el flujo laminar dentro del horno, pero siguiendo las condiciones de formulación y análisis del problema, búsqueda de alternativas, evaluación de alternativas y especificación de la solución. Calculando los parámetros de viscosidad, densidad, capacidad calorífica a presión constante, volumen constante del aerosol, velocidad del fluido dentro del horno (número de Reynolds= 2000). Se aplicó la planeación de procesos, selección del material y construcción de los componentes del horno TSFL y del dispositivo GFL, permitiendo ensamblar el sistema RPU junto con los otros componentes ya descritos. Esto permitió llevar a cabo las pruebas experimentales y verificar el funcionamiento de cada dispositivo GFL. Experimentalmente el aerosol se comportó de acuerdo a los resultados obtenidos en la simulación, siendo evidente el flujo laminar a la salida del tubo de cuarzo. Considerando el dispositivo GFL que permitió el mejor ordenamiento del aerosol, mediante una prueba física e introduciendo aerosol por el centro del dispositivo. Observando que conforme se desplaza el aerosol va perdiendo energía cinética. Por este motivo se consideró impulsar el aerosol con aire en las paredes internas del tubo para conservar la energía suficiente y viaje de manera ordenada en todo el trayecto, agregando cuatro impulsores ubicados alrededor del dispositivo GFL. Por lo que el flujo volumétrico del aire es independiente al flujo volumétrico del aerosol. Con este principio de funcionamiento, es importante mencionar que las longitudes de los impulsores influyen para que el aerosol se suavice y ordene, y la reducción del diámetro del ducto permite aumentar la velocidad del aerosol al salir del dispositivo GFL y así viajar en todo el tubo de cuarzo. Concluyendo que este dispositivo es el óptimo, ya que permite obtener flujo laminar antes de que se integre en las secciones de temperatura. Siguiendo con los resultados de innovación científica y tecnológica desarrollada en los procesos, estudiados en diferentes materiales, esta investigación reporta la síntesis del óxido de circonio (ZrO₂), debido principalmente a que en forma de película es versátil y porque sus propiedades pueden modificarse de acuerdo a las aplicaciones industriales inmediatas. De tal manera, que el desarrollo en sistemas luminiscentes se aprovecha la energía involucrada, haciéndola eficiente y mejorando los sistemas, materiales o procesos actualmente disponibles. Por consiguiente, este material se ha utilizado como matriz huésped para incorporar iones de "tierras raras" utilizando la técnica Rocío Pirolítico ultrasónico (RPU), obteniendo propiedades luminiscentes muy importantes. Durante el desarrollo y a través de una serie de experimentos, fue necesario determinar las condiciones para la síntesis del ZrO₂. Para lograrlo, se partió y disolvió el agente precursor Acetilacetato de circonio ([Zr(C₅H₇O₂)₄], en Alcohol (CH₃OH) y Dimetilformamida [HCON(CH₃)₂], en relación 4:1. Las concentraciones utilizadas oscilaron en el rango de 3, 5 y 7 M. La adición del ion dopante Terbio (Tb³⁺) se agregó en el rango de 1 al 15% en relación a la masa de la matriz, con incrementos de 2%. La temperatura de deposición osciló en el intervalo de 300 a 600 °C con incrementos de 50 °C. El tiempo de depósito varió de 5 a 20 minutos, con incrementos de 5 min, termalizando entre cada depósito 1 min. Para los depósitos fue necesario limpiar los sustratos de vidrio Corning 7059, que fueron los utilizados durante la síntesis. Los sustratos con la película depositada, ZrO₂ y ZrO₂.Tb³⁺, se retiran del sistema de calentamiento y se analiza la emisión fotoluminiscente, estimulando con lámpara UV de mano a</p>

longitud de onda de $\lambda_{em}=254$ nm. Los parámetros fijos que intervienen en este proceso como condiciones experimentales, fueron mantenidos constantes, como la distancia de trabajo entre boquilla y sustrato (7 mm), flujo gas de arrastre (10 LPM), frecuencia del piezoeléctrico (0.8 MHz) y dimensiones del sustrato (1x1 cm). Los resultados encontrados en esta investigación, muestran que la $\lambda_{ex}=336$ nm se obtienen la banda de emisión en 463 nm donde se excita la matriz ZrO₂, mientras que a $\lambda_{ex}=286$ nm corresponde a la banda de emisión 545 nm para ZrO₂:Tb³⁺ privilegiando las bandas de transición electrónica característica del ion Tb³⁺, dadas en 5D₄ λ 7F₆, 5D₄ λ 7F₅, 5D₄ λ 7F₄, 5D₄ λ 7F₃, ubicadas en 489, 544, 589 y 621nm, respectivamente. También, la síntesis de ambas se encuentra a 5M, en el rango de 5 a 9%Tb³⁺ y temperatura 450°C, alcanzando la máxima emisión fotoluminiscente en color verde correspondiente al ion Tb³⁺. Además, la película posee buenas propiedades ópticas luminiscentes excitando con luz UV a 254nm, transparencia y con excelente adherencia. La respuesta del espectro de emisión anterior, muestra que a 463 nm, se encuentra asociada la banda de la matriz. Además, se observa una saturación como función de la concentración de iones Tb³⁺ en la matriz de ZrO₂, haciéndose evidente el apagamiento fotoluminiscente (quenching), al aumentar la concentración de este ion. La caracterización por DRX presenta como fase principal la tetragonal, calculando tamaño de grano de 4 nm aproximadamente. La caracterización por MEB muestra una morfología de partículas semiesféricas y aglomeradas, EDS confirma la presencia de Oxígeno y pequeñas cantidades Circonio, corroborando por IR que no detecta la presencia de compuestos contaminantes ni derivados del carbono, que podrían tener origen desde las soluciones de partida. Además, se determinó que los recubrimientos son uniformes y con transparencia promedio entre 74 y 95%. Por otro lado, las coordenadas de cromaticidad (CIE) para ZrO₂:Tb³⁺ con Tb³⁺= 1% y 5%, dado en (0.20, 0.27) y (0.19, 0.37) respectivamente, la cual combina la emisión de la matriz y Tb³⁺ en el color verde. Posteriormente y bajo el mismo esquema, se estudia la misma matriz, pero agregando al ion Europio (Eu³⁺) como dopante, realizando una serie de pruebas experimentales y utilizando el sistema de depósito RPU, que además de ser económico, fácil de usar y eficiente; permite generar aerosol, el cual es conducido a través de un ducto mediante un flujo de aire hacia el sustrato caliente, donde se lleva a cabo la reacción pirólítica. Las excelentes propiedades físicas, químicas y mecánicas del ZrO₂, lo hace ser un excelente anfitrión para el dopaje con una amplia gama de impurezas. De tal manera que, se estudian las características estructurales y morfológicas, además de las propiedades fotoluminiscentes de la película depositada sobre sustrato de vidrio. De tal modo y utilizando las mismas variantes descritas anteriormente, ahora se sintetiza ZrO₂ a partir de Zr(C₅H₇O₂)₄ pero impurificando con Eu³⁺. Los estudios, después de la síntesis, de fotoluminiscencia a partir de los espectros de excitación y emisión, del ZrO₂:Eu³⁺, fueron investigados como función de las condiciones de crecimiento de las películas, consideradas a diferentes temperaturas, concentraciones de la matriz y dopante. El uso de este precursor se justifica, porque es un metalorgánico que a cierta temperatura se descompone, lo que favorece la obtención de películas depositadas sobre sustratos de vidrio tipo Corning. Los sustratos con la película depositada de ZrO₂:Eu³⁺, se retiran del sistema de calentamiento y se analiza la emisión fotoluminiscente, estimulando con lámpara UV de mano a longitud de 254 nm. Por otro lado, las películas de ZrO₂:Eu³⁺, poseen propiedades ópticas luminiscentes eficientes en el espectro visible, transparencia y una buena adherencia. El producto resultante es una película delgada, cuyas características de composición, adherencia, morfología y otras propiedades, dependen de las condiciones experimentales del depósito. Por consiguiente, la determinación de las condiciones para el depósito de las películas ZrO₂:Eu³⁺, fue a concentración ZrO₂ 3M, dopante 7%, temperatura 450°C y manteniendo los demás parámetros constantes. El espectro de excitación ubicado en 263 nm, presenta una banda principal de emisión en 425 nm para ZrO₂:Eu³⁺, representado en las bandas asociadas a las transiciones 4f₇4f₇ ubicadas en la región de emisión roja, centradas en 589 y 612 nm, correspondientes a las transiciones 5D₀ λ 7F₁, 5D₀ λ 7F₂ (siendo esta la banda principal) y 5D₀ λ 7F₁, 5D₀ λ 7F₃ y 5D₀ λ 7F₄ ubicadas en 578, 591, 612, 649 y 700 nm, respectivamente. Obteniendo la mejor emisión como respuesta en 612 nm. La caracterización por DRX, muestra los valores para los planos (111), (200), (220) cuyos ángulos 2 θ corresponden a 44.12°, 64.42° y 81.7°, respectivamente, de tal forma que coexisten las fases cúbica-tetragonal. Además, por fórmula de Scherrer, se calcula el tamaño del cristalito, siendo aproximado de 54 nm. Es importante señalar, que para este estudio solo resta realizar MEB, diagramas CIE y redacción del documento final (tesis), esto por parte del alumno dedicado a este estudio, debido a que presento problemas de salud; por lo que, a la fecha de la redacción del presente documento, no se ha presentado en las instalaciones de la UTM. Continuando los estudios de la síntesis de la circonia, se analiza el comportamiento del material luminiscente en forma de película delgada, utilizándolo a partir del agente precursor Cloruro de circonio (Cl₂OZr \cdot 8H₂O), agregando como agente impurificante Cloruro de aluminio (AlCl₃ \cdot 6H₂O), Cuyos estudios de caracterización permitieron analizar las propiedades del mismo. Para ello, se prepararon soluciones precursoras a concentración 0.05 M de Cl₂OZr \cdot 8H₂O y variando el porcentaje de impurificante en relación a la masa del agente precursor, así como la temperatura, para determinar la incorporación de Al³⁺ en las propiedades luminiscentes, estructurales y morfológicas del material. Iniciando con cuatro temperaturas de depósito en el rango de 400 a 550 °C con incrementos de 50 °C, flujo de aire 7 LPM, frecuencia piezoeléctrico 0.8 MHz, distancia boquilla-sustrato 1 cm, tiempo depósito 10 min, dando 1 min de termalización antes y después del depósito. Las películas obtenidas se excitan con luz UV, presentando emisión fotoluminiscente en color casi blanco. Además de obtener resultados reproducibles, se obtienen depósitos uniformes y con excelente adherencia al sustrato. Los análisis de fotoluminiscencia muestran que para una $\lambda_{ex}=277$ nm, se obtiene emisión intrínseca color azul, cuya emisión presenta una banda centrada en $\lambda_{em}=420$ nm, que al incorporar Al³⁺ genera un corrimiento de esta banda, lo cual permite obtener emisión fotoluminiscente en color casi blanco y una banda centrada en $\lambda_{em}=468$ nm. Por lo tanto, en condiciones de 550 °C, 0.05 M Cl₂OZr \cdot 8H₂O y 0.5%

Al³⁺, se tienen las máximas emisiones luminiscente centrada en $\lambda_{em} = 507 \text{ nm}$, observando que el quenching se presenta por arriba de 0.5% de Al³⁺. Además, el diagrama CIE, muestra emisión cercana al color blanco (cuasi blanco). Calculando la temperatura correlacionada (CCT) a la de deposición, siendo mayor a 10,000 K para la muestra a 400 °C en intervalo de 6,700 K y 7,900 K para 450 °C, 500 °C y 550 °C. De lo anterior, comercialmente, se podrían encontrar aplicaciones en lámparas de luz fría (LED, focos ahorradores, faros de automóviles, etc.). Los estudios por DRX, muestran la fase tetragonal a temperatura de 550 °C, con una banda intensa en $2\theta = 30.28^\circ$ (PDF-00-053-0548), correspondiente al plano cristalográfico (101). En esta misma banda se calcula el tamaño del cristalito (ecuación Scherrer), siendo aproximadamente de 14 nm, siendo este un material del tipo nanoestructurado. Mientras que el análisis por MEB, muestra la morfología para las muestras intrínsecas, siendo de partículas con forma tetragonal fraccionada con tamaños inferiores a 1 μm ., pero al incorporar Al³⁺ se tiene la presencia de partículas esféricas. El microanálisis EDS muestran la presencia de oxígeno, circonio y Al³⁺, como únicas especies, corroborando con ello la incorporación del impurificante en la matriz ZrO₂. De la misma manera, se llevó a cabo la síntesis de ZrO₂ utilizando como agente precursor Nitrato de circonia hidratado [(Zr(NO₃)₂·xH₂O)], utilizando la técnica de Poliol, para realizar la síntesis de ZrO₂. La metodología propuesta se basó en la revisión bibliográfica por diferentes métodos, por lo que tuvo que ser adaptada para este trabajo, variando los principales parámetros que afectan el proceso. Los experimentos consistieron en la preparación de solución precursora, colocando en un matraz un volumen de 100 ml de Diethylene glycol (DEG) con fórmula C₄H₁₀O₃, agregando 3 gr de Zr(NO₃)₂·xH₂O, agitanando a 500 RPM con un magneto dentro de la solución y colocado en una parrilla magnética y control de calentamiento, variando la temperatura y el tiempo. Para este proceso y después de una serie de pruebas, se consideraron implementar 4 etapas. Primera etapa, la solución se mantiene a 60 ± 2°C por dos horas, en la segunda, se incrementa la temperatura a 120°C, por un tiempo de dos horas, en la tercera etapa se mantiene la temperatura en el rango de 145 a 150 °C por un tiempo de dos horas y en la tercera etapa se alcanza la temperatura de 188°C por un tiempo de tres horas. Al final de cada etapa, se observan cambios de coloración en la solución, indicativo del proceso de síntesis, dejando enfriar la solución hasta alcanzar temperatura ambiente, observando que el color de la solución se vuelve más oscura al final del proceso. Es importante mencionar, que se debe mantener controlada la temperatura de permanencia de la solución durante todo el proceso, para alcanzar estos resultados. Posteriormente, la solución obtenida se filtra utilizando membrana de 0.2 μm , lavando con alcohol etílico la solución. Al producto obtenido, se aplica un tratamiento térmico introduciéndolos en un horno con flujo constante de oxígeno, con la finalidad de que los polvos sintetizados obtengan una estructura cristalina y de forma blanca. Durante este tratamiento, se consideró utilizar diferentes tiempos en cada fase. Primera fase; los polvos son calentados a 300°C por un tiempo de cuatro con la finalidad de eliminar residuos presentes en el producto; En la segunda fase, se incrementa la temperatura a 500 °C por un tiempo de 4 horas e inyectando un flujo constante de oxígeno de 5 LPM, con la idea de crear una atmosfera oxidante dentro del horno, finalmente en la tercera etapa se incrementa la temperatura a 700°C, para que la circonia se establezca en tamaños nanométricos y forme una estructura cristalina bien definida. Los estudios de caracterización por DRX, muestran que la circonia es estabilizada en tamaños nanométricos, con estructura cristalina bien definida puesto que se determinaron picos correspondientes a la fase tetragonal en ángulos 2θ alrededor de 30, 50 y 60°, aunque se tienen indicios de detectar cantidades significantes de la fase cúbica. El tamaño del cristalito se calcula mediante la fórmula de Scherrer siendo aproximadamente en promedio de 14.9 nm. Mientras que la morfología obtenida por MEB, se observan partículas aglomeradas y de pequeños tamaños. El análisis por EDS, arroja composición en at% de O₂ = 55.58, Zr = 38.74, notando la ausencia de elementos contaminantes. Finalmente, el análisis TGA, muestra los cambios de masa con respecto al aumento de temperatura, por lo que el ZrO₂ se encuentra en fase estable con el tratamiento térmico al que fue sometido. Del mismo modo, en otro trabajo para este método y después de diversas pruebas experimentales, se optimizaron los tiempos para cada etapa, además de agregar el ion Sm³⁺ incorporado como SmCl₃·6H₂O, agregado de 0.25 hasta 1% con incrementos de 0.25 en función de la masa del precursor, con la finalidad de obtener propiedades fotoluminiscentes. Iniciando a temperatura de 120 °C la etapa de disolución y manteniéndola constante 60 min, mientras en la etapa de homogenización se llevó a 148 °C por 120 min y la etapa de nucleación se llevó a 180 °C por 180 min. Manteniendo los anteriores parámetros constantes. Observando que el producto mejora en cantidad y calidad final. Luego, se filtran y recuperan los polvos, donde también se determinan las condiciones para llevar a cabo el tratamiento térmico. Logrando llevarlo en dos etapas. La primera a 300 °C durante 120 min y en la segunda se incrementa la temperatura a 500 °C con inyección de flujo de oxígeno a 5 LPM durante 240 min, resultando un polvo fino color blanco. Los resultados observados durante la síntesis satisfacen la incorporación del ion Sm³⁺ en la matriz ZrO₂, determinando los parámetros óptimos para alcanzar la emisión fotoluminiscente de ZrO₂:Sm³⁺. Los estudios de caracterización por DRX muestra que los polvos presentan estructura cristalina polimórfica ya que se observa la estructura monoclinica (PDF-96-152-8985) y tetragonal (PDF-96-230-0613). A medida que aumenta la concentración del dopaje, se favorece la estructura tetragonal con respecto a la monoclinica. Los cálculos para el tamaño de partícula cristalina, ecuación de Scherrer, revelan 7.9 nm como más pequeño, indicativo de nanopartículas nanométricas. Las micrografías de SEM muestran un material sólido y homogéneo, apreciando partículas semiesféricas y algunas con vértices rectos asociados a la estructura cristalina monoclinica o tetragonal. El microanálisis realizado por EDS, muestra que existe estequiometría para los polvos de ZrO₂:Sm³⁺, pues se tiene la relación Oxígeno, Circonio y Samario. En cuanto a fotoluminiscencia (PL), se aprecia al Sm³⁺ incorporado en la matriz ZrO₂, mostrando mayor intensidad de emisión a 614 nm en la transición 4G_{5/2}→6H_{7/2}, a $\lambda_{ex} = 240 \text{ nm}$. Además, si se pudiera aislar esta máxima intensidad con

	<p>filtros, sería buen candidato para aplicaciones de diodo-láser. Por otro lado, la $\lambda_{ex} = 380$ nm, favorece las bandas de emisión de ZrO₂ y Sm³⁺ al mismo tiempo, beneficiando principalmente al ZrO₂. Pero, la $\lambda_{ex} = 240$ nm prevalece la emisión del Sm³⁺ en color rojo, neutralizando la emisión de ZrO₂. El estudio de Catodoluminiscencia (CL), asegura lo observado en PL, demostrando como máxima luminiscencia la concentración de Sm³⁺ = 0.75%. Del mismo modo, se corrobora que aumentar la concentración de Sm³⁺ = 1%, se presenta un quenching o apagamiento luminiscente. Lo que indica que no necesariamente el aumentar la concentración de iones Sm³⁺ se tiene forzosamente mayor emisión luminiscente. Delo anterior, se deduce que el método Polioli, es una vía idónea para llevar a cabo la síntesis de nanopolvos y obtener tamaños nanométricos con estructuras definidas, pues en este trabajo en promedio se obtuvieron tamaños de cristalito de 9.0 nm. Es importante mencionar, que estos sistemas de síntesis de materiales, se encuentran ubicados en el laboratorio de Física en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Mas sin embargo y en colaboración, la caracterización y análisis de los productos obtenidos se llevó a cabo en el CINVESTAV-IPN, Ciudad de México, Instituto de Investigaciones en Materiales IIM-UNAM, ciudad de México, Universidad de Guanajuato campus División de Ciencias de la Vida (DICIVA) y Campus Irapuato-Salamanca, así como en la unidad del Cinvestav-Juriquilla, Querétaro.</p>
observaciones:	
Pregunta:	Cuantitativamente, señale cuáles fueron los productos generados (Libros, Capítulos de Libro, Artículos, Tesis, etc.).
Respuesta:	<p>Durante el desarrollo del proyecto, se generaron los siguientes productos: a) Tres artículos Aceptados y publicados: - Blue and bluish-whitecolors from the luminescent ZrO₂ and ZrO₂:Al³⁺ films preparad by the USP method - Photoluminescent ZrO₂:Tb³⁺ thin films synthesized by USP technique using a metal-organic precursor - Un Artículo enviado y en revisión: Luminescence from ZrO₂ nanopowders doped with Sm³⁺ ions processed by Polyol method at low processing temperature. b) Un capítulo de libro: - Synthesis of ZrO₂:Tb³⁺ from Zr(C₅H₇O₂)₄ in photo luminescent film form by UPS technique c) Un registro de Patente: - Dispositivo para generar flujo laminar implementado en un horno tubular d) Dos tesis maestría: - Manufactura de un dispositivo para generar flujo laminar e implementarse en la técnica Rocío Piroliítico Ultrasónico (Ing. Jorge Carmen Flores Juan). - Síntesis como proceso de manufactura de películas fotoluminiscentes de ZrO₂ y ZrO₂:Tb³⁺ mediante la técnica RPU. (Ing. Irene Ivette Rojas Velasco). e) Tres tesis licenciatura: - Proceso para la obtención de nanopolvos de ZrO₂ utilizando Zr(NO₃)₄ como agente precursor a través de la técnica de Polioli. (C. Bernardo Macedas García). - Producción y caracterización de nanopolvos fotoluminiscentes de ZrO₂:Sm³⁺ obtenidos mediante el método del Polioli. (C. Carlos Ignacio Cruz Ortiz). - Manufactura de Películas fotoluminiscentes de ZrO₂:Al³⁺ obtenidos mediante la técnica RPU. (C. Juan Javier Bautista Díaz). f) Siete congresos nacionales: - Emisión fotoluminiscente en películas de ZrO₂:Tb³⁺ a partir de Zr(C₅H₇O₂)₄ preparadas mediante aspersión pirolítica. - Caracterización de Películas Fotoluminiscente de ZrO₂:Tb³⁺ Obtenidas por la Técnica Rocío Piroliítico Ultrasónico. - Obtención de nanopolvos ZrO₂ dopado con tierras raras. - Fotoluminiscencia de películas delgadas de ZrO₂ impurificado con Eu³⁺ mediante la técnica RPU. - Emisión Fotoluminiscente de películas de ZrO₂:Tb³⁺ - Películas Fotoluminiscentes de ZrO₂:Al³⁺ Preparadas Mediante RPU. - Nanopolvos Fotoluminiscentes de ZrO₂:Sm³⁺ Obtenidos Mediante el Método de Polioli g) Cinco congresos internacionales - Depósito de Películas Fotoluminiscentes de ZrO₂:Eu³⁺ por Rocío Piroliítico Ultrasónico - Obtención de Películas con Propiedades Fotoluminiscentes de ZrO₂:Tb³⁺ a partir de Zr(C₅H₇O₂)₄ Obtenidas con la Técnica RPU. - ZrO₂ Nanopowders synthesized by means the polyol method. - ZrO₂:Eu³⁺ thin films obtained by the pyrosol technique. - Películas Fotoluminiscentes de ZrO₂ Dopadas con Tb³⁺ Obtenidas Mediante la Técnica RPU. h) Una Estancia externa - Departamento de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología de la Universidad de Guanajuato, Gto., Alumna de maestría Irene Ivette Rojas Velasco. (2017) i) Dos Prácticas Profesionales Licenciatura - Ingeniería Industrial Cruz Ortiz Carlos Julio-Agosto 2018 - Ingeniería Industrial Juárez Meneses Carlos Julio-Agosto 2019 j) Siete Servicios Sociales - Ingeniería Industrial Cruz Ortiz Carlos 2018 - Ingeniería Industrial Avendaño Manzano 2019 - Ingeniería Industrial Martínez Vargas Jorge 2019 - Ingeniería Industrial Muñoz Marín Alejandro 2019 - Ingeniería Industrial Juárez Meneses Carlos 2020 - Ingeniería Mecatrónica Enríquez Delgado Maria 2021 - Ingeniería Mecatrónica García García Tonalli 2021 ¿ Estos dos últimos Alumnos de servicio social, se encuentran en proceso ya que se encuentran realizando la automatización de una parrilla de control de temperatura y agitación, misma que será utilizada en la técnica de Polioli con la finalidad de tener un estricto control sobre la temperatura. k) Cuatro Becarios de proyecto - Maestría Irene Ivette - Licenciatura Asael - Licenciatura Carol - Licenciatura Javier Es importante mencionar, que la mayoría de los estudios se realizaron en la CDMEX en las instalaciones del Departamento de Física dependiente del Cinvestav-IPN, a cargo del Dr. Ciro Falcony Guajardo; realizando estudios de Fluorescencia (UV-Vis), para obtener los espectros de excitación y emisión, DRX y MEB-EDS. Sin embargo, la alumna Irene Ivette Rojas Velasco, realizó dos estancias profesionales, una en la CDMX en febrero del 2017. La segunda la realizó en Octubre del 2017, bajo la dirección de los profesores investigadores Dr. Alfredo Márquez Herrera del Departamento de Mecánica de la Universidad de Guanajuato campus División de Ciencias de la Vida (DICIVA) en Irapuato, Dr. Joel Moreno Palmerin del departamento de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología de la Universidad de Guanajuato y Dr. Eric Noé Hernández Rodríguez de la Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca, quien también estuvo a cargo en el Cinvestav-Unidad Querétaro, en Juriquilla, Qro. Durante esta estancia se completó la caracterización de las películas fotoluminiscente de ZrO₂:Tb³⁺, DRX, MEB-EDS, Perfilometría, Transmitancia e Infrarrojo (IR). De mismo modo, el alumno Bernardo Macedas García realizo una comisión a la Ciudad de San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca en septiembre del 2018, a las instalaciones del laboratorio de química</p>

	de la Universidad del Papaloapan (UNPA) campus Tuxtepec, a cargo del Dr. Erick Adrián Juárez Arellano, lugar donde se realizaron los estudios de DRX y Análisis Termo gravimétrico (TGA). Estas estancias coadyugarán a formar colaboración entre los diferentes cuerpos académicos involucrados.
observaciones:	
Pregunta:	Indique si se dio cumplimiento a los objetivos, metas y/o productos comprometidos (Fundamente/Justifique)
Respuesta:	<p>Considerando el alcance de lo planteado en este proyecto, se considera que el cumplimiento, referente a la sección experimental, se tiene de forma general el 90% cubierto. Ya que con respecto a la síntesis de los materiales considerados no se logró del todo, debido a que el tiempo estipulado no fue el suficiente para desarrollar los productos restantes. Por lo que, se requiere de un tiempo y apoyo similar para continuar con estos estudios. Por otra parte, los resultados obtenidos y productos entregables son satisfactorios para lo planteado en el objetivo general de este proyecto. Por otro lado, considerando lo descrito, se logró sintetizar a través de la técnica RPU películas delgadas, utilizando como solución precursora Acetilacetato de circonio [Zr(C5H7O2)4] impurificado con tierras raras Tb3+ y Eu3+. Para ello, se realizaron una serie de experimentos, mismos, que sirvieron para aplicar la metodología y las condiciones experimentales encontradas. Además, se hace mención sobre la realización de los estudios experimentales por esta técnica utilizando como ion dopante Disproseo (Dy), obteniendo resultados satisfactorios en cuanto a depósito y transparencia; más sin embargo, los análisis y caracterización no se han podido lograr, ya que este elemento presenta diversos problemas, no en cuanto a depósito sobre el sustrato, más bien para dar una emisión intensa, ya que existe película muy delgada y los equipo con que se cuenta no tiene la capacidad para resolverlo. No siendo así, al utilizar esta solución matriz e impurificarla con iones de Al3+, lo cual presento excelentes resultados. Referente a la técnica de Poliol, se establecieron los parámetros experimentales para la síntesis de ZrO2 a partir del precursor Zr(NO3)4xH2O. Los resultados obtenidos sirvieron de indicio para obtener nano-polvos impurificados con Sm3+, estudiando su caracterización en función de su estructura cristalina, composición química y espectroscopia UV-Vis. Es importante mencionar que los análisis y caracterización de las películas y polvos obtenidos, se realizaron en el Cinvestav-IPN CDMEX, Universidad de Guanajuato, Cinvestav-Querétaro campus Juriquilla y Universidad del Papaloapan. Por lo anterior, los resultados obtenidos se han presentado en diferentes foros de divulgación, como Metalurgia Extractiva, ciencia y tecnología de materiales, cerámicos, entre otros; que son de carácter nacional e internacional y que han sido en la modalidad de poster y presentación oral por parte de los alumnos becarios. Además, las publicaciones se han hecho en revistas altamente reconocidas. De acuerdo a lo anterior, y considerando el cumplimiento de los productos comprometidos en las metas propuestas, se hace mención que estos fueron cubiertos al 100%, notando que algunos rubros fueron superados, por lo que se hace mención de los obtenidos durante este periodo, siendo los siguientes: 2 artículos publicados 1 artículo enviado y en proceso de revisión 1 registro de patente, publicado en la gaceta y en espera de su registro 1 capítulo de libro 2 tesis de maestría 3 tesis de licenciatura 5 congresos internacionales 7 congresos nacionales 1 estancia 2 prácticas profesionales 5 servicios sociales 1 becario de maestría 3 becarios de licenciatura</p>
observaciones:	
Pregunta:	Con base en los productos generados, señale los alcances en: a) Generación del conocimiento, b) Formación de recursos humanos especializados y c) Creación y/o fortalecimiento de grupos de investigación
Respuesta:	<p>Respuesta Los alcances de este proyecto enfocadas en la Generación del conocimiento, beneficiaran de manera directa al Sistema de Universidades Estatales de Oaxaca (SUNEO), específicamente a la DES Tecnológicas de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, principalmente al cuerpo académico UTMIX-CA-41 ingeniería de materiales funcionales, cuya línea principal es la generación y aplicación del conocimiento que cultiva, referente a la síntesis de materiales, estudiando su caracterización de los materiales en forma de película delgada y polvos nanoestructurados con propiedades luminiscentes. También se pondrá especial atención en proyectos que se inician. Por ejemplo, aplicación de materiales fotocatalíticos en forma de películas delgadas y polvos nanométricos en mezclerías de la región. Este proyecto repercutirá de manera favorable en las licenciaturas de física Aplicada, Mecatrónica, Ingeniería industrial, entre otras; mismas que son impartidas en la UTM. Aunque, no se descarta la posibilidad de beneficiar con la colaboración de trabajos en conjunto con otras IES estatales y nacionales ajenas al SUNEO. Por otro lado, el proyecto impactara en la sociedad por medio de la transferencia de tecnología para la solución de problemas tecnológicos y ecológicos a nivel estatal, regional y nacional, pero también en la consolidación de una comunidad científica en el estado de Oaxaca, que lo posicionará en forma competitiva en el medio científico nacional e internacional. Con los Resultados obtenidos referente a la formación de recurso humano altamente capacitado en el área de síntesis de materiales utilizando las técnicas de RPU y Poliol, se tendrá la oportunidad de innovar, estudiando sus propiedades luminiscentes de los materiales e impurificando con diferentes elementos de tierras raras. Además, se motivó a los estudiantes a realizar publicaciones en revistas indexadas y con estricto arbitraje, realizadas en forma conjunta con otros investigadores. También, se promovió la participación de trabajos con otros cuerpos académicos externos a la UTM, generando el registro de patentes ante el IMPI. Del mismo modo, se incentivó el desarrollo y transferencia de tecnología y el posicionamiento competitivo de la investigación a nivel nacional. En otras palabras, este proyecto permitió estar en contacto con los jóvenes estudiantes realizando este tipo de investigación, lo cual permitió formarse profesionalmente con calidad académica y estricto rigor científico.</p>

observaciones:	
Pregunta:	En términos de impacto, destaque las principales contribuciones de su investigación
Respuesta:	<p>El desarrollo de este proyecto permitió consolidar al cuerpo académico UTMIX-CA-41, en su principal línea de investigación de síntesis de materiales dentro de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Además de encaminar a los estudiantes a realizar investigación y tecnología científica de alta calidad. De manera paralela al desarrollo de esta línea de investigación, aumentará el impacto científico sobre la comunidad oaxaqueña, para que se vea favorecido y equiparado con el resto de la comunidad científica nacional e internacional. Del mismo modo, el involucrar las actividades de formación y divulgación, serán consideradas como parte integral para la formación del joven investigador. Por otro lado, también al realizar diferentes intercambios académicos y estancias de investigación entre laboratorios nacionales, así como reuniones regulares dentro del proyecto, contribuyó a concluir con éxito el presente proyecto. Sin embargo, la transferencia de información a través de la publicación de artículos, congresos y conferencias a la comunidad científica, forma parte implícita de las actividades de divulgación. Por tal motivo, la comunidad oaxaqueña reconocerá la labor docente y de investigación que se está llevando a cabo dentro de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, lo que la posicionará como un centro de estudios competitivo de alta calidad a nivel nacional. Un factor importante para el desarrollo de tecnología es lo económico, ya que conlleva a considerar el costo-beneficio, sin olvidar que es una tarea compleja, por diversas razones. Por mencionar alguna de ellas, es el desarrollo de Ciencia Básica; Sin embargo, esto puede minimizarse por la formación de recurso humano altamente capacitado, cualidad que se reflejará en la formación de investigadores en el estado de Oaxaca, los cuales serán requisitados por empresas o centros de investigación de reconocido prestigio. Otra visión, podría llevarnos al planteamiento de soluciones en modelos económicos muy diferentes a los tradicionales, como el equipamiento desarrollado propiamente en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.</p>
observaciones:	
Pregunta:	Cuáles argumentos plantearía como sustantivos para integrar su investigación dentro de los CASOS DE ÉXITO.
Respuesta:	<p>De manera esquemática, se pueden considerar diferentes razones realizadas por este proyecto como exitoso. Una de ellas, es que los recursos otorgados, fueron en su totalidad destinados para la adquisición de equipo y materiales, tal como se plantearon en el proyecto, mismos que ayudaron a incrementar la inversión de la Universidad. Del mismo modo, se logró la formación de recurso humano de alta calidad tanto de nivel maestría como de licenciatura, además de desarrollar investigación y tecnología básica, que es necesaria en el estado de Oaxaca. Otro punto importante de mencionar son las publicaciones, ya que los artículos se enviaron y publicaron en revistas o journals de alto prestigio en la gestión de luminiscencia a nivel mundial, los cuales fueron arbitrados por investigadores a doble ciego. Esto impulsará la creación de comunidades en una red de profesionales con reconocida experiencia y competencia en el área desarrollada, debido a su conocimiento especializado ya que cuentan con suficiente legalidad y que podrán impulsar el mejoramiento de las técnicas utilizadas en este proyecto, para un futuro no muy lejano. Además, la vinculación será positiva y retroalimentada con los investigadores de diferentes grupos académicos y centros de investigación de otras instituciones, por lo que esta vinculación se ha traducido en eventos conjuntos, en materiales publicados, y sobre todo en la difusión de nuevas ideas y conocimiento.</p>
observaciones:	
Observaciones:	
Documentos Anexos	