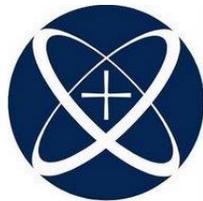


INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Procesos Tecnológicos Industriales

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Apoyo a centro de investigación externos



ITESO

Universidad Jesuita
de Guadalajara

**PAP4G03 PAP PROGRAMA DE APOYO A CENTROS DE INVESTIGACIÓN
EXTERNOS**

**“Preparación de materiales híbridos de silicato por la técnica Sol-gel en
aplicaciones ambientales”**

PRESENTAN

Estudiante de Ing. en nanotecnología. Jacqueline Torres Romero

Profesor PAP ITESO: José Orozco González Aréchiga.

Investigador Responsable del PAP en la Universidad de Guadalajara: Dr. Ricardo
Manríquez González

Tlaquepaque, Jalisco, Diciembre de 2016.

Contenido

Tabla de ilustraciones	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	3
Resumen	3
1. Introducción	4
1.1. Objetivos	4
1.2. Justificación	4
1.3 Antecedentes del proyecto	4
1.4. Contexto	6
1.5. Enunciado breve del contenido del reporte.....	6
2. Desarrollo	7
2.1. Sustento teórico y metodológico	7
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto.....	11
2.2.1 Enunciado del proyecto	11
2.2.2 Metodología	11
2.2.3 Cronograma y plan de trabajo	13
3. Resultados del trabajo profesional	16
3.1. Resultados IR	16
3.2 Resultados RMN.....	19
4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto.	22
4.1. Aprendizajes profesionales.....	22
4.2. Aprendizajes sociales	22
4.3. Aprendizajes éticos.....	23
4.4. Aprendizajes en lo personal.....	23
5. Conclusiones.....	24
Bibliografía	25

Tabla de ilustraciones

Tabla 1. Cronograma de actividades.....	13
Tabla 2. Recursos	14
Tabla 3. Descripciones de Actividades.....	15
Figura 1. Formación del sol-gel.....	8
Figura 2. Espectro FTIR-ATR TEOS	16
Figura 3. Espectro FTIR-ATR TEOS+Metilfosfonato.....	17
Figura 4. Espectro FTIR-ATR TEOS+Aminopropil	18
Figura 5. Espectro RMN Teos+Metilfosfonato.....	19

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional son una modalidad educativa del ITESO en la que los estudiantes aplican sus saberes y competencias socio-profesionales a través del desarrollo de un proyecto en un escenario real para plantear soluciones o resolver problemas del entorno. Se orientan a formar para la vida, a los estudiantes, en el ejercicio de una profesión socialmente pertinente.

A través del PAP los alumnos acreditan el servicio social, y la opción terminal, en tanto sus actividades contribuyan de manera significativa al escenario en el que se desarrolla el proyecto, y sus aprendizajes, reflexiones y aportes sean documentados en un reporte como el presente.

Resumen

Se presenta el trabajo realizado durante el semestre Otoño 2016, así como los resultados obtenidos al realizar síntesis de materiales híbridos adsorbentes a través de la técnica sol-gel y su respectiva metodología, la cual se compone de las siguientes fases: homo-condensación, co-condensación, gelación, envejecimiento y secado. Los materiales obtenidos se analizan mediante las técnicas: infrarrojo con transformada de Fourier con reflectancia total atenuada (FTIR-ATR) y Resonancia Magnética Nuclear (RMN) con el fin de tener certeza que se ha modificado el material con los grupos funcionales de interés. Los materiales obtenidos pueden variar dependiendo las condiciones realizadas en cada una de las fases de la técnica del sol-gel.

1. Introducción

1.1. Objetivos

Sintetizar materiales híbridos adsorbentes con diferentes grupos funcionales.

Caracterizar el material obtenido con FTIR-ATR, RMN.

Comprensión y manejo de la técnica sol-gel.

1.2. Justificación

Hoy en día el desarrollo de materiales es cada vez más demandante por el sector industrial y por ende en el mundo científico, ya sea para fines prácticos, ambientales o cualquier otro.

Trabajar con nanomateriales nos da la facilidad de entender, diseñar y modificar los ya existentes. Un ejemplo de ellos son los materiales híbridos aplicados a captación de iones metálicos en aguas residuales, pues al tener un material híbrido (orgánico-inorgánico) nos da la posibilidad de planearlo y así tener propiedades específicas como son: estabilidad (por la fase inorgánica) y la parte activa y selectiva (fase orgánica).

Por lo tanto generar nanomateriales híbridos como alternativa nos ayudarán a reducir las concentraciones de los iones como el plomo disueltos que se encuentran en las descargas residuales de las industrias (mineras, metalurgia, fabricación y reciclaje, entre otros). Esto podría contribuir al mejoramiento y bienestar de la salud de la población cercana y lejana de dichas industrias que están en contacto con estas aguas (aminorando la intoxicación por contaminación indirecta de plomo) y la declinación de sitios naturales contaminados.

1.3 Antecedentes del proyecto

En los últimos años el desarrollo de nanomateriales se ha vuelto de vital importancia, ya que representan nuevas alternativas para las problemáticas existentes; una de ellas, el tratamiento de aguas residuales contaminadas con

metales pesados. Una característica importante de estos nanomateriales, es la capacidad de adsorción de iones de metales pesados, convirtiéndose éstos en una alternativa para el tratamiento de aguas residuales contaminadas con estos iones.

La adsorción se emplea comúnmente para eliminar contaminantes orgánicos e inorgánicos en agua y tratamiento de aguas residuales. La eficiencia de los adsorbentes convencionales está normalmente limitada por el área superficial o sitios activos, la falta de selectividad y la cinética de adsorción (Qu et al. 2012).

Una gran cantidad de materiales adsorbentes han sido usados para la remoción de iones de metales pesados, tales como: Carbón activado, zeolitas, arcillas y residuos orgánicos (Pang et al. 2011; Wang et al. 2012). Así mismo, el mayor inconveniente de estos adsorbentes, es su baja capacidad de adsorción y las dificultades de regeneración y separación de algunos de ellos en el agua. Los nano-adsorbentes ofrecen una mejora significativa por su área superficial extremadamente alta, sus sitios de adsorción asociados, así como su corta distancia de difusión, el tamaño de poros sintonizable y la química de su superficie (Qu et al. 2012).

Para superar las limitaciones anteriores de los materiales mencionados, se han desarrollado en años recientes nanomateriales prometedores a base de polímeros híbridos (orgánico-inorgánicos) para la eliminación de iones de metales pesados de aguas contaminadas (Pang et al. 2011; Wang et al. 2012).

Estos nanomateriales híbridos combinan la variación de diversos grupos funcionales orgánicos con una matriz inorgánica térmica y mecánicamente estable, lo que da como resultado un material diseñado para una alta interacción de los grupos funcionales orgánicos con los iones de los metales pesados. Dado a las propiedades que la estructura le confiere a estos materiales poliméricos híbridos, son considerados como uno de los materiales adsorbentes más eficaces para la remoción de iones de metales pesados de efluentes contaminados (Mercier et al. 1998).

En el presente proyecto de investigación se ha llevado a cabo la realización de nanomateriales híbridos de silicato con el método sol-gel con el fin de aplicarlos a la captación de iones de metales pesados en aguas residuales.

1.4. Contexto

Hoy en día la contaminación del agua por metales pesados se ha convertido en uno de los más grandes problemas ambientales y con el rápido crecimiento de industrias en las ciudades más desarrolladas, hemos incrementado considerablemente la contaminación de ríos, lagunas, presas, etc., con metales pesados. Cuando hablamos de contaminantes como son los metales pesados, hablamos de contaminantes no biodegradables, pues estos tienden a acumularse en los organismos vivos y causar enfermedades como cáncer por sus efectos tóxicos. De la inmensidad de los iones metálicos encontrados en las aguas residuales los de mayor preocupación o bien los más tóxicos encontrados son: zinc, cobre, níquel, mercurio, cadmio, plomo y cromo (Oyaro et al. 2007).

En la actualidad existen muchas investigaciones y tratamientos contra estos contaminantes, sin embargo el mejor método depende de varios factores como lo son: el pH, la concentración inicial del metal, el rendimiento del tratamiento comparado con otras tecnologías, impactos al medio ambiente por los subproductos generados, el capital de inversión y los costos de operación. Todos estos factores deben ser considerados al momento de seleccionar o diseñar un método de tratamiento (Mohammadi et al. 2005).

1.5. Enunciado breve del contenido del reporte

Desarrollar nanomateriales adsorbentes híbridos (orgánico/inorgánico) para la remoción de iones de metales pesados a través de la técnica de Sol-Gel.

Método *Sol-Gel*: se llevó a cabo la hidrólisis del precursor TEOS para generar un alcóxido. Después se realizó una reacción de condensación con objeto de formar enlaces silano. La formación de enlaces silano (por reacciones de

policondensación) continua hasta formar partículas coloidales, finalizando con la formación de un sol.

Posteriormente, se adiciona una base (triethylamina), la cual induce al proceso de gelación. Finalizando con el proceso de envejecimiento, secado y usando un lavado hidrotérmico para la extracción del solvente. Para terminar caracterizamos los materiales obtenidos, mediante las técnicas espectroscópicas de FTIR-ATR y RMN con la finalidad de determinar la estructura molecular del material y los grupos funcionales presentes.

2. Desarrollo

2.1. Sustento teórico y metodológico.

Método Sol-Gel

El método sol-gel es bastante importante en la investigación, pues te da la posibilidad de diseñar materiales nuevos y únicos, a pesar de utilizar el mismo material, si se cambian las condiciones, éste puede tener propiedades muy diferentes.

Todo comenzó en 1846 con Ebermanl y Graham quienes reportaron que la hidrólisis de tetraetilortosilicato (TEOS) catalizada en medio ácido se producía en forma de fibras (Hench, 1990).

Un sol es una suspensión estable de partículas sólidas coloidales (interacción de partículas suspendidas en un medio común) en un medio líquido. El tamaño de una suspensión es de 2-200 nanómetros (nm). Este tamaño es óptimo para que no se presente un precipitado. Por otra parte, el gel es una red porosa tridimensional formada por interconexión de partículas sólidas en un medio líquido (Scherer, 2013).

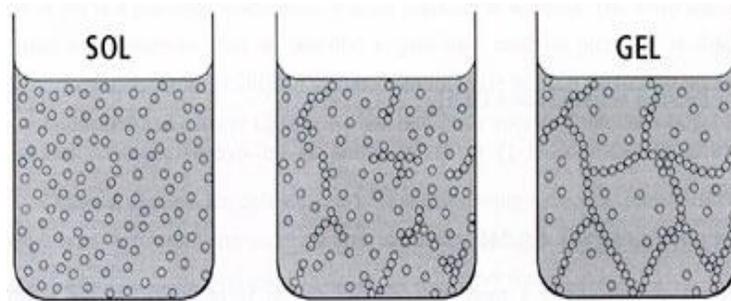


Figura 1. Formación del sol-gel, imagen obtenida de http://www.ukfinishing.org.uk/NCOAT70/sol_gel.htm

El proceso completo de sol-gel consta de varias fases como son hidrólisis, homocondensación, co-condensación, proceso de gelación, envejecimiento, secado y lavado. Las cuales describen a continuación.

Homo-condensación, co-condensación y gelación

En la homocondensación se necesita tener un precursor y un grupo funcional, estos reaccionan con el agua para producir las reacciones de la hidrólisis en presencia de un disolvente común. Estas reacciones producidas en la homocondensación se llevan a cabo simultáneamente y generalmente quedan incompletas, pero el óxido que se desea se consigue. "El resultado final de las reacciones es una dispersión coloidal de partículas extremadamente pequeñas (1-2 nm) que forman finalmente una red tridimensional enredada del óxido inorgánico" (Grupo Geles de la Universidad de Cádiz, 2016).

La Hidrólisis y la policondensación se pueden acelerar o frenar utilizando el catalizador ácido o base correspondiente.

Después de la compleja operación de polimerización, la formación del sol y la gelación, el gel que se forma es microporoso de alta superficie específica constituido por partículas muy pequeñas (Grupo Geles de la Universidad de Cadiz, 2016).

Envejecimiento

Tras la gelación, la red sólida inmersa en el líquido continúa su evolución. Este proceso de envejecimiento consta de tres etapas: continuación de la

polimerización, sinéresis y maduración. La polimerización de los grupos hidroxilo que no habían reaccionado aumenta la conectividad de la red; este proceso sucede a la vez que un cierto encogimiento.

La maduración de este proceso no produce encogimiento alguno de la red pero influye en el fortalecimiento del gel, y depende de factores que afectan a la solubilidad, como la temperatura, el pH, la concentración y el tipo de disolvente (Grupo Geles de la Universidad de Cadiz, 2016).

Secado

La manera más eficiente de neutralizar los efectos indeseables de la tensión superficial es eliminar la interfase líquido-vapor. En nuestro caso la manera deseable de secado es introducir el material dentro de un horno de 60°C.

Teoría Infrarrojo

La espectroscopía vibracional fue una de las primeras técnicas espectroscópicas que encontró un uso extendido, esta técnica de espectroscopía de absorción infrarroja (IR) recibe su nombre de la región del espectro electromagnético implicada. La región IR del espectro electromagnético se encuentra entre 12800-10 cm⁻¹. Tanto desde el punto de vista de las aplicaciones como de los aparatos se puede dividir en tres zonas: IR cercano (NIR): 12800-4000 cm⁻¹, IR medio: 4000-400 cm⁻¹; IR lejano: 400-10 cm⁻¹, siendo en el IR medio donde se dan la mayoría de las aplicaciones analíticas tradicionales, aunque desde la década de los 80's la utilización del NIR ha experimentado un innegable auge (Borba, Guirardello, Silva, Veit, & Tavares, 2016).

Hoy en día, casi todos los instrumentos utilizados en espectroscopía infrarroja están equipados con sistema de análisis que utilizan transformadas de Fourier de haz sencillo (Borba, Guirardello, Silva, Veit, & Tavares, 2016).

Para ver los enlaces presentes en el material se utiliza IR, para ver la estructura de éste utilizamos RMN.

Teoría RMN

La espectrometría de resonancia magnética nuclear (RMN), es una técnica que utiliza las propiedades magnéticas de ciertos núcleos, esta técnica fue desarrollada a finales de los años cuarentas y hoy en día tiene importantes aplicaciones para su uso en química orgánica.

En principio, la RMN es aplicable a cualquier núcleo que posea espín. Pueden obtenerse muchos tipos de información mediante un espectro de RMN. Al igual que se utiliza la espectrometría infrarroja para identificar grupos funcionales, el análisis de un espectro RMN unidimensional proporciona información sobre el número y tipo de entidades químicas en una molécula; así de como los átomos están conectados en la molécula (Elguero, J., Alkorta, I., Pardo, C., & Claramunt, R. 2007).

2.2. Planeación y seguimiento del proyecto.

2.2.1 Enunciado del proyecto

La contaminación del agua por metales pesados se ha convertido en uno de los problemas ambientales más importantes hoy en día. Con el rápido desarrollo de industrias tales como las de recubrimientos metálicos, mineras, papeleras, de fertilizantes, curtidoras, de pesticidas, etc., se ha incrementado considerablemente la contaminación de ríos, lagunas, presas, etc., con metales pesados especialmente en ciudades desarrolladas. Por tal razón, una forma de aportar soluciones al problema es hacer una investigación que implique síntesis y caracterización de nanomateriales híbridos con ciertas características a base de la técnica sol-gel para la captación de iones metálicos.

2.2.2 Metodología

Se identifica el ligante que contiene el grupo funcional con el que se quiere formar el material, este se escoge dependiendo de la afinidad que presente con los iones de metales pesados que se desean captar, posteriormente se preparan recipientes con las diferentes reacciones.

En un primer recipiente se agrega 2.0 mol de tetraetilortoxisilicato (TEOS). Así mismo se adiciona 0.02 mol de cloruro de sodio (NaCl), 8.0 mol de etanol y 8.0 agua destilada y se deja agitar. Por separado y simultáneamente, en el recipiente 2 se le adiciona 1.0 mol del compuesto funcionalizante y posteriormente se agregan 6.0 mol de etanol y 2.0 mol de agua destilada. Se deja agitar la mezcla.

Se agrega ácido clorhídrico (HCl) a los dos recipientes para acelerar la reacción de hidrólisis. Se dejan agitar 15 minutos con la finalidad de completar la hidrólisis y la homo-condensación del TEOs y del funcionalizante.

Cabe mencionar que en ambas soluciones (TEOS y funcionalizante), deben presentar un valor de pH entre 3 y 4. Esto debido a que si el pH es menor que 3 se puede protonar nuestro precursor que contiene al grupo funcional y, esto ocasiona que se fragmente, provocando la pérdida de una parte de la cadena de

nuestro precursor. Si el pH es mayor que 4, las partículas podrían ser muy grandes y precipitar.

Posteriormente ambos precursores parcialmente hidrolizados se mezclan en un solo recipiente y se deja agitar 15 minutos para empezar con la fase de co-condensación entre el TEOS y el grupo funcionalizante.

Concluida la co-condensación llega el momento de gelar nuestro sistema con la adición de trietilamina hasta conseguir un pH entre 7 y 8. Conforme se agrega la trietilamina la solución cambia de incolora a blanca y posteriormente se gela.

Una vez obtenido el gel se lleva a cabo al proceso de envejecimiento (se deja envejecer durante 24 horas) para posteriormente secarlo en un horno de 60 ° C por 36 horas. Posteriormente el material resultante pasa a un lavado hidrotérmico (para eliminar lo que no reaccionó).

El tratamiento hidrotérmico consiste en lo siguiente:

El material obtenido se trata en un sistema de reflujo con una solución 50 por ciento agua y 50 por ciento acetona. La solución debe de estar en un rango de temperatura de 55-60 ° C durante 12 horas. Al finalizar el tiempo indicado, se le vuelve adicionar agua y acetona y el reflujo prosigue 24 horas.

Posteriormente (ya transcurrido el tiempo requerido) la solución se somete a un proceso de secado en una estufa a 60 ° C durante 24 horas y pasa a centrifugarse para que la muestra quede lo más limpio posible sin residuos.

Para tener la certeza de que nuestro material se hizo con éxito y se anclaron los precursores, se usa espectroscopia molecular. La determinación de la composición del material se lleva a cabo a través de la técnica FTIR-ATR (Espectroscopia de Infrarrojo con Transformada de Fourier con Reflectancia Total Atenuada).

Ahora que sabemos que nuestros precursores se anclaron con éxito pasamos a analizar la estructura de nuestro material sintetizado con RMN (resonancia magnética nuclear).

2.2.3 Cronograma y plan de trabajo

Tabla 1. Cronograma de actividades

Tipo de Actividad	Lugar	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Clase Espectroscopía	Dpto. Celulosa.					
Preparación de Síntesis sol-gel.	Laboratorio					
Medición PH	Laboratorio					
Síntesis sol-gel con PH ajustado	Laboratorio					
Medición RMN	Laboratorio					
Medición IR	CUCEI					
Seminario	Dpto. Celulosa.					
Presentación final	ITESO					

Tabla 2. Recursos

Recursos necesarios			
Humanos	Reactivos	Material	Tecnológicos
Profesor pap: <ul style="list-style-type: none"> • Dr. Ricardo Manríquez González Asesor: <ul style="list-style-type: none"> • MCM José Antonio Gutiérrez Ortega 	<ul style="list-style-type: none"> • TEOS • Funcionalizante • Cloruro de sodio • Agua destilada • Etanol • Ácido clorhídrico • Trietilamina • Acetona 	<ul style="list-style-type: none"> • Vasos de precipitado • Matraz de 3 bocas • Agitador magnético • Caja petri • Micropipetas • Parafilm • termómetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Estufa • Potenciómetro • Centrifugadora • Equipo CUCEI Infrarrojo, Resonancia Magnética nuclear.

El tiempo invertido para realizar todas las actividades requeridas (Ver cronograma) fue de 18 horas a la semana durante 16 semanas.

Tabla 3. Descripciones de Actividades

Actividad	Descripción	Lugar
Síntesis	Implica desde la formación del gel hasta el tamizado. Duración de cada síntesis, 1 semana, (se puede avanzar en las siguientes mientras está la fase de envejecimiento y secado)	Departamento de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara
Clase Espectroscopía	Se ingresará como oyente a la clase de espectroscopía impartida por el Dr. Ricardo Manríquez, donde se aprenderá la teoría y análisis de espectros de IR, UV/VIS, Espectrometría de masas y RMN.	Departamento de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara
Medición IR	Al tener todas las muestras de los materiales realizados con éxito se llevan a analizar con IR para tener certeza de tener un buen material.	Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías
Medición RMN	Una vez analizadas las muestras en IR se pasan a analizar en RMN para saber la estructura de nuestro material.	Departamento de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara
Seminario	Se presenta un seminario con los resultados finales del PAP en el Departamento de Madera, Celulosa y Papel frente a los doctores y compañeros de trabajo.	Departamento de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara
Presentación Final	Se presenta el resultado final del proyecto así como las conclusiones en ITESO frente a profesores, coordinadores e invitados.	ITESO

3. Resultados del trabajo profesional

3.1. Resultados FTIR-ATR

En la figura 2 podemos ver el espectro FTIR-ATR de gel de sílice mediante la técnica sol-gel hecha solo con el precursor TEOS, es decir. Esto se hizo con la finalidad de tener un punto de comparación solo de la matriz con los demás materiales sintetizados y funcionalizados con diferentes grupos funcionales.

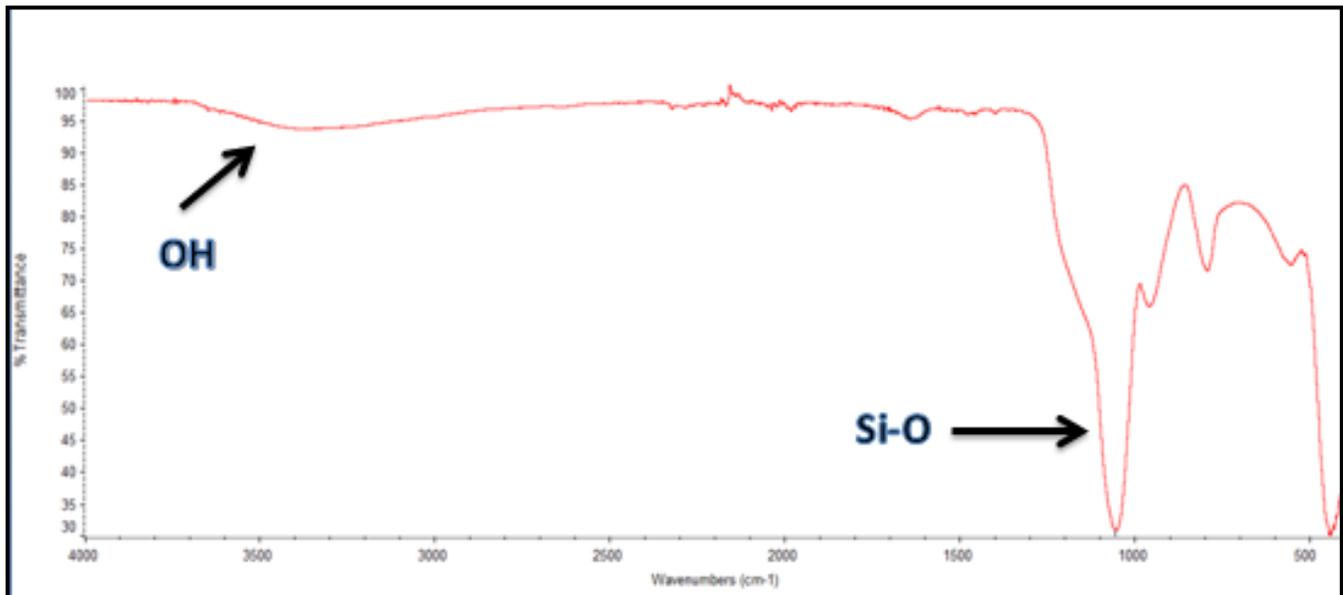


Figura 2. Espectro FTIR-ATR TEOS

En este espectro podemos ver la banda característica del Si-O en 1060 cm⁻¹. También observamos la banda característica del O-H en 3600 cm⁻¹. En la matriz de sol-gel sintetizada vemos que sólo contiene estos enlaces.

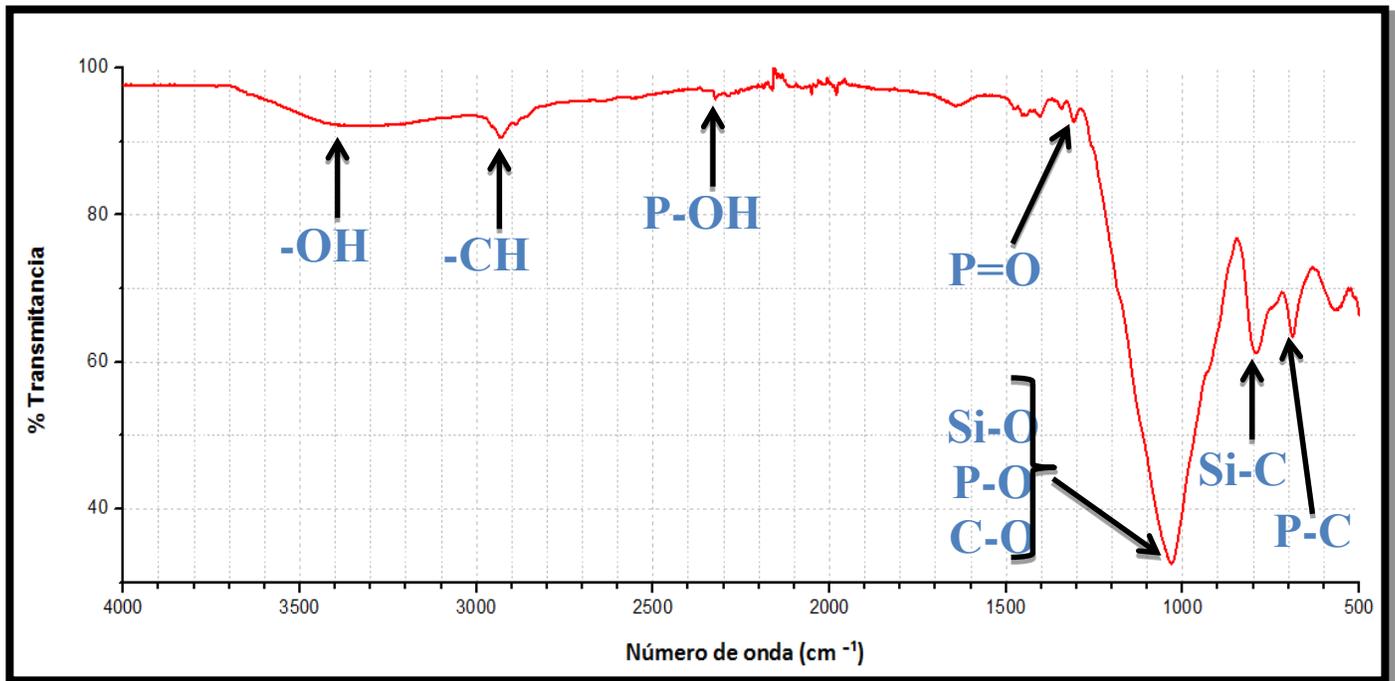


Figura 3. Espectro FTIR-ATR del material sintetizado con TEOS+Metilfosfonato

Ahora vemos el espectro FTIR-ATR de gel de sílice con el grupo funcional Metilfosfonato (ver figura 3).

En el espectro se encuentra la banda característica del Si-O 1060 cm^{-1} de nuestra matriz al igual que en la figura 2, además en la figura 3 podemos observar bandas características del grupo metilfosfonato como son P=O en 1300 cm^{-1} , P-OH en 2300 cm^{-1} y CH en 2900 cm^{-1} .

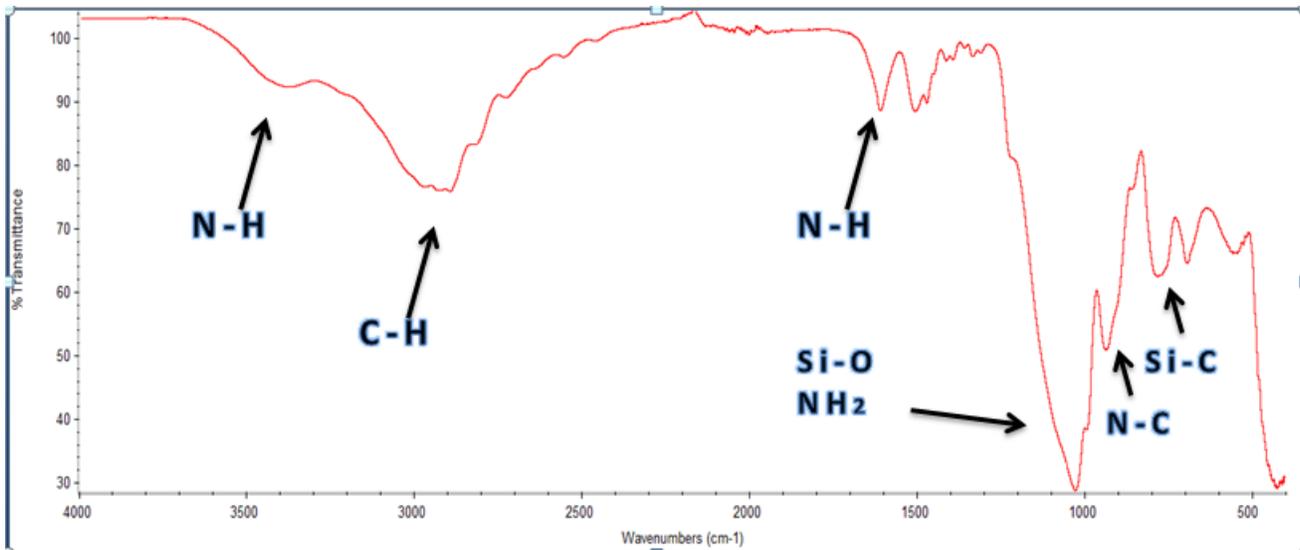


Figura 4. Espectro FTIR-ATR TEOS+Aminopropil

La figura 4 podemos observar el espectro FTIR-ATR de nuestro precursor TEOS funcionalizado con aminopropil. En esta figura se observa al igual que en las anteriores la banda característica de nuestra matriz Si-O 1060 cm^{-1} . Sabemos que está presente nuestro grupo funcional y la matriz porque también observamos las bandas características de las aminas como son N-H en 3400 cm^{-1} y en 1600 cm^{-1} , N-C en 950 cm^{-1} y estiramientos C-H de 2700 a 2950 cm^{-1} .

3.2 Resultados RMN RMN para el metilfosfonato

Para saber cómo está formada nuestra matriz necesitamos el uso de la técnica de RMN en estado sólido.

En algunas bibliografías consultadas donde se estudian este tipo de materiales híbridos por Resonancia magnética nuclear nos dicen que para el silicio hay dos tipos de estructuras que son las T y Q. Donde Q es un silicio con sus cuatro posibles enlaces con oxígeno, si este se une exitosamente en sus 4 posiciones de le llama Q₄, si solo se une a 3 y en el otro disponible tiene un OH se llama Q₃, si solo está anclado al oxígeno en 2 posiciones se le llama Q₂.

En cambio el silicio que sólo tiene 3 enlaces disponibles para unirse al oxígeno (porque uno ya está anclado al grupo funcional) se le llama estructura T, donde si 3 de los enlaces disponibles están anclados tres se le llama T₃.

En la figura 5 se muestra el espectro RMN del TEOS funcionalizado con metilfosfonato, se puede ver observar un porcentaje de 62.55% correspondiente a las estructuras Q₄, y 89.50% de T₃. Es un buen porcentaje de T₃ por lo que sabemos que el grupo funcional tiene una buena unión a la matriz de Si-O.

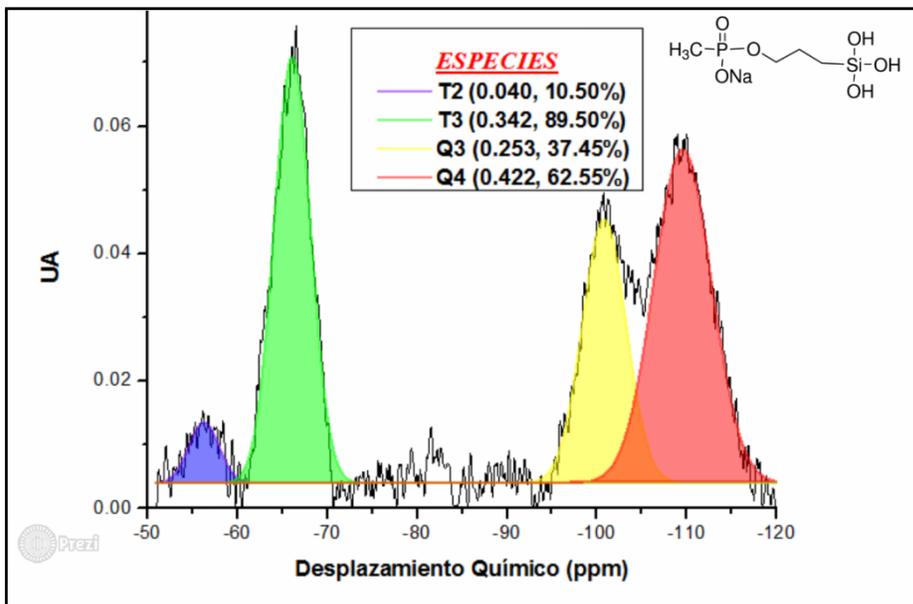


Figura 5. Espectro RMN Teos+Metilfosfonato

RMN para el aminopropil

En la figura 6 y 7 podemos ver espectros de diferentes síntesis de aminopropil, es notorio que si varían las condiciones (tiempo de homo-condensación, tiempo de co-condensación o pH) los resultados pueden variar significativamente.

En la figura 7 a pesar de que se observa una alta cantidad de Q4 y T3, también vemos una pequeña cantidad de Q2, y en la figura 6 no es perceptible la estructura Q2.

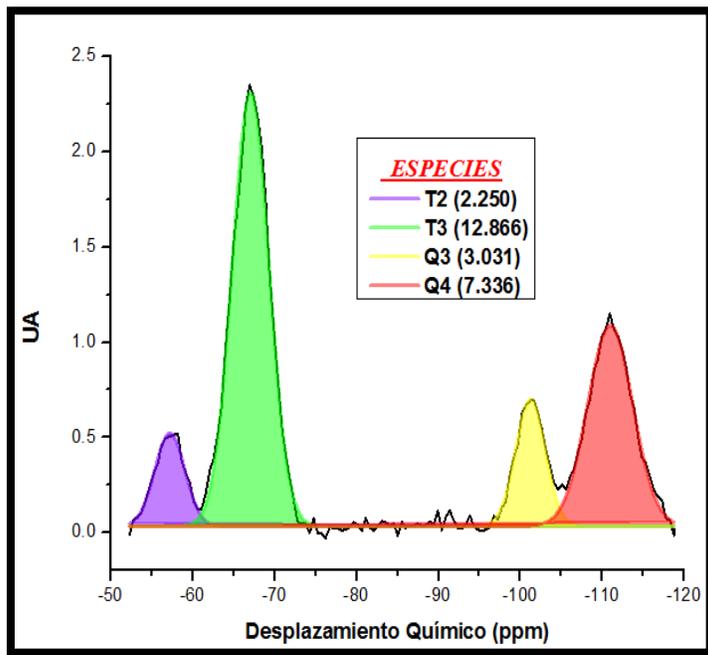


Figura 6. Espectro RMN Teos+aminopropil sin Q2

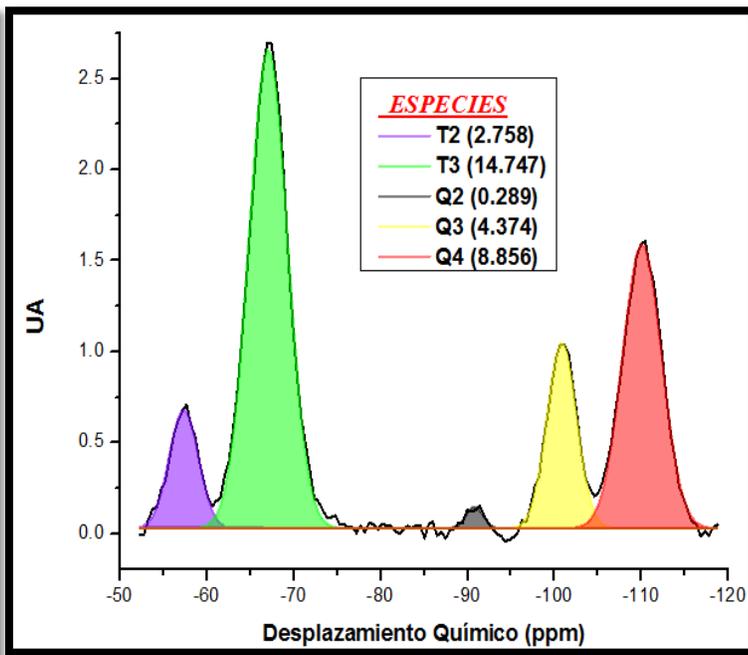


Figura 7. Espectro RMN Teos+aminopropil con Q2.

4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto.

4.1. Aprendizajes profesionales

PAP me ayudo a adquirir grandes experiencias como son trabajo en equipo, organización y planificación del tiempo a lo largo del proyecto y una buena colaboración interdisciplinaria.

Simultáneamente se adquirieron capacidades en competencias profesionales como el aplicar los conocimientos adquiridos, antes y durante el PAP, en la práctica, se adquirió la capacidad de investigación, habilidades y usos de tecnologías, así como el manejo en la técnica de espectroscopia infrarrojo con transformada de Fourier con reflectancia total atenuada y manejo de la técnica de espectroscopía de resonancia magnética nuclear.

Los saberes puestos a prueba fueron la teoría de técnicas espectroscópicas (vista en clase de caracterización de nanomateriales I y II), algunos conceptos básicos de química general y sobretodo el conocimiento adquirido en PAP I.

4.2. Aprendizajes sociales

El hacer una investigación siempre será parte de una contribución social ya que las investigaciones ayudan a tener un conocimiento más amplio de lo ya existente y que se puede hacer con ello, así como pueden dar pie a nuevos proyectos. En este caso se da a conocer diferentes nanomateriales sintetizados para un fin ambiental.

Así pues este PAP genera un alto impacto positivo en la calidad del agua, ya que este proyecto vislumbra la posibilidad de crear nuevas alternativas para el saneamiento de las aguas residuales que a su vez genera impactos positivos en la calidad de vida de los ciudadanos que sufren problemas ambientales en relación a la contaminación por iones de metales pesados.

4.3. Aprendizajes éticos

La primera decisión que se llevó fue la selección del PAP, a partir de esto, se decidió realizar todas las actividades requeridas en tiempo y lo mejor posible.

Esta experiencia nos lleva a querer realizar nuevos proyectos e investigaciones que puedan ayudar a la sociedad de manera ecológica, responsable, social y ética. Así mismo, crear lazos con personas que tengan estos valores y crear grandes impactos en la sociedad en un futuro inmediato.

4.4. Aprendizajes en lo personal

Querer estudiar un posgrado, dedicarme a la investigación, trabajar con materiales alternativos "verdes", trabajar en investigaciones con un fin ambiental. Son una de las tantas ideas que me ayudó este PAP a concretar que quiero hacer en mi vida profesional.

Así mismo, me ayudó a entender que las conexiones interpersonales son de vital importancia, como apoyo en lo intelectual y personal en la vida diaria.

Trabajar con profesionales de otras áreas te ayuda a crecer en conocimientos, respetar opiniones y formas de pensar.

5. Conclusiones

En los resultados mostrados en este reporte se puede concluir que los grupos funcionales utilizados (Aminopropil y metilfosfonato) se anclaron exitosamente con nuestro precursor TEOS, ya que se ven las bandas características de la matriz de silicio y del grupo funcional en el espectro IR.

Se cumplió el objetivo de sintetizar nanomateriales híbridos.

La caracterización es necesaria para entender el material, mientras más técnicas espectroscópicas se utilicen es mejor porque se tienen mayor certeza de las propiedades del material.

El pH y el tiempo de homocondensación es probablemente lo más importante y lo que se tiene que tener mayor cuidado en la técnica sol-gel.

Se logró poner a prueba los conocimientos adquiridos en clase de caracterización de nanomateriales así como caracterizar el IR y RMN.

Bibliografía

T.A. Kurniawan & S. Babel . (2003). A Research Study on Cr(VI) Removal from Contaminated Wastewater Using Low-Cost Adsorbents and Commercial Activated Carbon . 6 de julio 2016, de Environmental Technology Program, Sirindhorn International Institute of Technology (SIIT), Thammasat University Rangsit, Pathumthan Sitio web:

[http://www.thaiscience.info/Article%20for%20ThaiScience/Article/4/Ts-4%20a%20research%20study%20on%20cr\(vi\)%20removal%20from%20contaminated%20wastewater%20using%20low-cost%20adsorbents%20and%20commercial%20activated%20carbon.pdf](http://www.thaiscience.info/Article%20for%20ThaiScience/Article/4/Ts-4%20a%20research%20study%20on%20cr(vi)%20removal%20from%20contaminated%20wastewater%20using%20low-cost%20adsorbents%20and%20commercial%20activated%20carbon.pdf)

Wang, L., Wu, X.L., Xu, W.-H., Huang, X.-J., Liu, J.-H. & Xu A.-W.. (2012). Stable organic-inorganic hybrid of polyaniline/ α -zirconium phosphate for efficient removal of organic pollutants in water environment. 5 julio 2016, de Applied Materials & Interfaces Sitio web: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/am300335e>

Mercier L. & Pinnavaia T. J.. (1998). Heavy Metal Ion Adsorbents Formed by the Grafting of a Thiol Functionality to Mesoporous Silica Molecular Sieves: Factors Affecting Hg(II) Uptake. 6 de julio del 2016, de Environmental Science & Technology Sitio web: <http://pubs.acs.org/doi/pdfplus/10.1021/es970622t>

Sanchez C., Julián B., Belleville P. & Popall M. . (2005). Applications of hybrid organic–inorganic nanocomposites. 6 julio del 2016, de Publishing: Journals, books and databases Sitio web: <http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2005/jm/b509097k#!divAbstract>

Oyaro N., Ogendi J., Murago E.N. M. & Gitonga E.. (2007). The contents of Pb, Cu, Zn and Cd in meat in Nairobi, Kenya. 9 julio del 2016, de Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology Sitio web: http://world-food.net/download/journals/2007-issue_3_4/f24.pdf

Mohammadia T., Mohebb A., Sadrzadehb M. & Razmia A.. (2005). Modeling of metal ion removal from wastewater by electrodialysis. 6 julio del 2016, de Science

