

CIENCIAS BÁSICAS EN UN MUNDO GLOBALIZADO.

Investigación experimental y simulación matemática

Líneas temáticas:

- Enseñanza de la ciencia en un mundo globalizado.
- Desarrollo de las ciencias básicas: Simulación, Modelación Matemática y Estadística, aplicaciones.
- Investigación experimental en Física, Biología, Química, Microbiología, Geología, Edafología.



ISBN: 978-958-5471-38-1
abril 2019
Tunja, Boyacá Colombia

Memorias III Congreso Ciencias Básicas En Un Mundo Globalizado. Investigación experimental y simulación matemática
370 páginas. Tamaño 16 x 22 cm
Incluye referencias Bibliográficas
ISBN: 978-958-5471-38-1

Comité editorial

Fr. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O.P.
Rector Seccional

María Ximena Ariza García
Directora Ediciones Usta Tunja

Fr. Omar Orlando SÁNCHEZ SUÁREZ, O.P.
Vicerrector Académico

Sandra Consuelo Díaz Bello
Directora Unidad de Investigación e Innovación

Fr. Héctor Mauricio VARGAS RODRÍGUEZ, O.P.
Vicerrector Administrativo y Financiero.

Juan Carlos Canoles Vásquez
Director Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación

Primera edición, 2019
ISBN: 978-958-5471-38-1

Corrección de Estilo:
Fr. Ángel María Beltrán Naranjo, O.P.

Diagramación e impresión: Búhos editores Ltda.



Ediciones Usta
Universidad Santo Tomás
2019

Departamento Ediciones Usta Tunja
Universidad Santo Tomás Seccional Tunja

Todos los derechos reservados conforme a la ley. Se permite la reproducción citando fuente.
El pensamiento que se expresa en esta obra, es exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete la ideología de la Universidad Santo Tomás.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este libro por cualquier proceso reprográfico o fónico, especialmente por fotocopia, microfilme, offset o mimeógrafo. Ley 23 de 1982.

COMITÉ ORGANIZADOR Y EDITORIAL

Comité Organizador

Ángela Rocío Chaparro Vargas

Ingeniera Civil. Magíster en Geotecnia. Directora Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás- Tunja

Erika Alejandra Suárez Díaz

Matemático. Magíster en Economía. Docente Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás- Tunja.

Ever Humberto Sáchica Castillo.

Físico. Docente Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás- Tunja.

Comité Editorial

Tathiana Yesenia Coy Mondragón

Físico. Magíster en Ciencias Físicas. Docente Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás- Tunja.

Sandra Biviana González Fiagá

Licenciada en Matemáticas. Magíster en Pedagogía. Docente Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás- Tunja.

Laura Fernanda González Martínez

Bióloga. Docente Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás- Tunja.

Leidy Johana Suárez Gómez

Matemático. Magíster en Pedagogía. Docente Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás- Tunja.

Eliana Maritza Tulcán Mejía

Químico de Alimentos. Docente Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás- Tunja.

José Alberto Carrillo Chaparro

Licenciado en Matemáticas. Docente Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás- Tunja.

Rodrigo Alonso Castro Niño

Licenciado en Matemáticas. Docente Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás- Tunja.

Jossitt Williams Vargas Cruz

Físico. Doctor en Física nuclear y de partículas. Docente Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás- Tunja.

Luis Ever Young Silva

Físico. Doctor en Física Teórica. Docente Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás- Tunja.

Tabla de contenido

Índices de Figuras.....	8
Índices de Tablas	10
Líneas Temáticas	11
Presentación.....	12
1. CONFERENCIAS.....	14
1.1. BIO-ROBOTICS. SUENA A INGENIERÍA, PERO TAMBIÉN ES CIENCIA BÁSICA	14
1.2. LAS MATEMÁTICAS Y LAS CIENCIAS ECONÓMICAS EN LA ERA DELA	16
INFORMACIÓN.....	
1.3. SIMULACIONES COMPUTACIONALES PARA ESTUDIAR EL MUNDO NANO ...	18
1.4. DILEMAS SOBRE LAS MATEMÁTICAS ENTENDIDAS COMO UNA MATERIA	20
GENERAL (CIENCIA BÁSICA) PARA DIFERENTES CARRERAS (PROFESIONES).....	
2. PONENCIAS	24
2.1. Línea Enseñanza de la ciencia en un mundo globalizado	24
2.1.1. Aplicaciones de las Formas Alotrópicas del Carbono (abril 2019)	24
2.1.2 Cuantificación y caracterización de ácidos grasos presentes en aceite de sach	30
inchi (plukenetia volúbilis)	
2.1.3 Diseño de un biosistema de tratamiento de aguas residuales domésticas	33
empleando la macrófita buchón de agua (eichhornia crassipes).....	
2.1.4 Estudio de la fotoreactividad de partículas individuales de interés atmosférico	45
por medio de técnicas de levitación acopladas a espectroscopia micro-Raman	
2.1.5 Fibras de celulosa de eucalipto modificadas con nanopartículas magnéticas de	51
ferrita de cobalto	
2.1.6 Síntesis de pirazolo[3,4-b]piridin-6-onas bajo irradiación de microondas	62
empleando silica gel como soporte sólido	
2.1.7 Amidación directa de ácidos carboxílicos no activados con aminas	68
(hetero)aromáticas catalizada por cloruro de niobio (V).....	
2.1.8 Propiedades magnéticas en el sistema Bi1 – x Smx F O3 (x = 0.04 y 0.07) para	73
potencial aplicación en memorias y conmutadores	

2.1.9	Uso de biofloculantes derivados de celulosa extraída de biomasa residual para tratamiento de aguas residuales.	80
2.1.10	Tratamiento primario de agua residuales domésticas: Unidad didáctica como eje interdisciplinar en ciencias.....	88
2.2.	Línea Desarrollo de las ciencias básicas: Simulación, Modelación matemática, estadística y aplicaciones.	97
2.2.1	Modelado matemático de programación lineal aplicado a la teoría de juegos.	97
2.2.2	Modelado matemático de una cadena de Márkov aplicada a sucesos Meteorológicos	103
2.2.3	Desarrollo de un algoritmo para el cálculo analítico de funciones de Green mediante decimación y propiedades electrónicas de sistemas uni-moleculares....	110
2.2.4	Pruebas de Interacción con Humanos a partir de Estructuras Matemáticas..	120
2.2.5	Determinantes sobre los salarios de los jefes de hogar en Colombia (2015).	127
2.2.6	Prueba estadística no paramétrica y robusta basada en wavelets para la clasificación de series de tiempo.....	134
2.2.7	Estimación del exponente de Hurst para la serie de tiempo de log-retornos diarios del índice bursátil colombiano IGBC.....	140
2.2.8	Análisis del clima local mediante la correlación de variables solares y geomagnéticas	146
2.2.9	Simulación de Cascadas Producidas Por Rayos Cósmicos En Un Rango De Energía de ~ 109 eV hasta ~ 106 GeV.....	154
2.2.10	Simulación Computacional De los Efectos Físicos de la Interacción del Haz de Iones de ^{124}Sn a Través del Plano Focal Dispersivo del FRS.....	160
2.2.11	Estudio computacional del mecanismo de reacción de cicloadición Diels Alder entre N-bencil-1-(2-furanil) metanamina y Anhídrido Maléico.....	167
2.3	Línea Enseñanza de la ciencia en un mundo globalizado	179
2.3.1	Evolución de los objetos matemáticos del pensamiento numérico, como herramienta en la construcción del saber matemático, con métodos no tradicionales.	179
2.3.2	Implementación de proyectos integradores transdisciplinarios para la apropiación del conocimiento matemático desde el área de la física.....	194
2.3.3	Objeto Virtual de Aprendizaje, una herramienta didáctica para desarrollar habilidades matemáticas	199

2.3.4 El Modelo de van Hiele y el método Socrática como mediadores para describir la comprensión del concepto de Infinito.	208
2.3.5 “Club de ciencias en la ciudad de Tunja. Una estrategia didáctica para la divulgación científica y el desarrollo social.”	220
3. POSTER.....	224
3.1. Línea Enseñanza de la ciencia en un mundo globalizado	224
3.1.1. Enseñanza didáctica de la Estadística a niños de 5º de Primaria.....	224
3.1.2. Desarrollo de procesos enseñanza-aprendizaje de los conceptos calor y temperatura, a partirde la experimentación como cambio conceptual.....	230
3.1.3. Desarrollo de habilidades de pensamiento científico desde el concepto “ley de gases”	236
3.1.4. La pedagogía hospitalaria: Una nueva propuesta de educación y práctica docente en ciencias	245
3.1.5. Estrategia de aprendizaje por descubrimiento para abordar los conceptos de masa y peso.....	253
3.2. Línea Investigación experimental: Física, Biología y Química.	263
3.2.1. Regeneración in vitro de brotes y enraizamiento ex vitro de una Passiflora promisoría Passifloramaliformis l (cholupa) L. a través de segmentos nodales	263
3.2.2. Evaluación del acceso a recursos genéticos por grupos de investigación colombianos en la plataforma GrupLac de Colciencias.....	267
3.2.3. Síntesis de materiales por el método de reacción de estado sólido ventajas y desventajas	271
3.2.4. Cuantificación de ácidos grasos libres (AGL) en quesos comerciales mediante el método de jabones de cobre.....	276
3.2.5. Amplificador de bajo ruido para la obtención de señalesfotoacústicas.....	281
3.2.6. Plataforma móvil para obtención de imágenes fotoacústicas	286
3.2.7. Viscosidad de la solución polimérica, fluoruro de polivinilideno (pvdf)y politetrafluoroetileno (ptfe) en solventes orgánicos	291
3.2.8. Estudio comparativo sobre la eficiencia de remoción de mercurio en aguas residuales usando membranas de celulosa bacteriana y su análogo carboxilado...	299
3.2.9. Estudio métodos para la síntesis de materiales dopados con tierras raras en aplicaciones en sensorica.....	311

3.3. Línea Desarrollo de las ciencias básicas: Simulación, Modelación matemática, estadística y aplicaciones.	323
3.3.1. Estudio de la cobertura vegetal en el páramo de sincunsi pormedio imágenes satelitales landsat.	323
3.3.2. Simulación computacional de propiedades magnéticas en nanomateriales con estructura tipo core-shell.	331
4. TALLER O CURSO	337
4.1. Línea Enseñanza de la ciencia en un mundo globalizado	337
4.1.1. Uso de las huellas de frenado en la enseñanza de la mecánica.....	337
4.1.2. Taller: STEAM y Aula Invertida, estrategias educativas para un aprendizaje significativo.....	348
4.1.3. Taller: Modelo de evaluación adaptativa (MOEVA).....	358
4.1.4. Las TAC en la resolución de problemas de Matemática Recreativa	364

Índices de Figuras

Ilustración 1	Gráfico comparativo entre los dos análisis de agua Fuente: Autor	40
Ilustración 2	Gráfico comparativo entre los dos análisis de agua Fuente: Autor	41
Ilustración 3	Espectros Raman (línea de excitación = 532 nm) de una microgota de NaNO_3 después de diferentes tiempos de irradiación UV.....	47
Ilustración 4	Espectros Raman y esquema de reacción de una microgota de ácido malónico en levitación acústica después de diferentes tiempos de irradiación de peróxido de hidrógeno gaseoso.	48
Ilustración 5	Espectros micro-Raman tomados antes (línea azul) y después de 1 y 3 minutos de exposición a luz visible ($338 \leq \lambda \leq 414 \text{ nm}$) sobre una partícula acuosa de un compuesto de Re(I) aislada en levitación acústica.....	49
Ilustración 6	Micrografía TEM de las nanopartículas de CoFe_2O_4	55
Ilustración 7	Curva de magnetización de nanopartículas de ferrita de cobalto a 300 K.	56
Ilustración 8	Micrografía electrónica de barrido de las fibras de eucalipto modificadas con nanopartículas de ferrita de cobalto.....	58
Ilustración 9	Magnetización de saturación vs. grado de carga.	59
Ilustración 10	Curvas de histéresis M-H características del sistema $\text{Bi}_{0.96}\text{Sm}_{0.04}\text{FeO}_3$ a 50 K (línea roja) y 300 K (línea negra).....	76
Ilustración 11	Curvas de histéresis M-H características del sistema $\text{Bi}_{0.93}\text{Sm}_{0.07}\text{FeO}_3$ a 50 K (línea roja) y 300 K (línea negra).....	76
Ilustración 12	Curvas ZFC para la muestra $\text{Bi}_{0.96}\text{Sm}_{0.04}\text{FeO}_3$ a 5000 Oe.	78
Ilustración 13	Unidades teóricas – experimentales de la estrategia didáctica.....	90
Ilustración 14	Fragmento de código para la solución de problema.....	101
Ilustración 15	Distribución ordenada de probabilidades de precipitación al largo de 6 semanas en la ciudad de Tunja.	108
Ilustración 16	Proceso de renormalización.....	116
Ilustración 17	Ejemplos de salida de la Prueba Interactiva con Humanos.	124
Ilustración 18	Flujo de electrones en función del tiempo (1997-2018, cada bin corresponde a un día). Izquierda: Electrones con energía mayor a 2 MeV. Derecha: Electrones con energía mayor a 6 MeV.	150
Ilustración 19	Flujo de protones en función del tiempo (1997-2018, cada bin corresponde a un día). Izquierda: Protones con energía mayor a 1 MeV. Derecha: Protones con energía mayor a 10 MeV. Abajo: Protones con energía mayor a 100 MeV	151

Ilustración 20 Arriba: Área de las manchas solares vs. electrones ($E > 2$ y 6 MeV) vs. tiempo en días. Abajo: Número de manchas solares vs. protones vs. tiempo en días.	152
Ilustración 21 Espectro de Energía de los Rayos Cósmicos (CRs). Se pueden observar las tres regiones energéticas: rodilla, tobillo y la zona de supresión. Como referencia, se incluye la energía de protones acelerados en el LHC a 7 TeV, $E_{cm} = 14$ TeV (figura tomada Hörandel, J. R. (2008)).	156
Ilustración 22 Flujo de las partículas: protón (negra), helio (roja), carbono (verde) y gamma (azul).	157
Ilustración 23 Flujo de la partícula de hierro (negra).	158
Ilustración 24 Perfil de haz ^{124}Sn puntual en el plano de incidencia.	162
Ilustración 25 Perfil de haz ^{124}Sn con anchura en posición en el plano focal S_0 .	163
Ilustración 26 Perfil de haz ^{124}Sn puntual de energía en el plano de incidencia.	163
Ilustración 27 Perfil de haz ^{124}Sn con anchura energía en el plano focal S_0 .	164
Ilustración 28 El perfil de haz ^{124}Sn como fuente puntual, posición y energía.	164
Ilustración 29 Cambios estructurales que conducen a la formación del aducto 2a . Se marcan en verde los enlaces que participan en la cicloadición DA y en rojo los átomos y enlaces que intervienen en la acilación.	168
Ilustración 30 Perfil de energía libre de las rutas de reacción 1 (hacia la derecha), y 2 (hacia la izquierda) entre amina 1a y AnM, calculado a nivel B3LYP/6-311G+(2d,p). Las energías son relativas a los reactivos e incluyen la corrección de energía libre.	171
Ilustración 31 Estructuras de transición de cicloadición DA ruta 1: a) ETI-endo, b) ETI-exo.	172
Ilustración 32 Estructuras de transición de cicloadición DA de la ruta 2: a) ET endo, b) ET.	173
Ilustración 33 Aducto exo de la ruta 2.	174
Ilustración 34 de a) $V(\xi)$, b) $F(\xi)$ y c) $\kappa(\xi)$ para la CDA exo de la ruta 2.	176
Ilustración 4-2 Huella marcada en un Sardinell Fuente: Remolina (2006).	341
Ilustración 4-1 Huella de frenado por desaceleración Fuente: Remolina (2006).	341

Índices de Tablas

Table 1 Reporte de resultados análisis agua residual. Fuente: Autor	37
Table 2 Reporte de resultados análisis agua tratada por el Buchón de agua. Fuente: Autor	39
Table 3 Parámetros magnéticos y diámetro del núcleo magnético de la ferrita de cobalto.....	56
Table 4 Valores magnéticos obtenidos para el Bix-1Sm0xFeO3.....	77
Table 5 Porcentajes de Cd y Pb removidos por acción de la celulosa sulfonada (ADAC).	83
Table 6 Comparación de valores de remoción de cadmio y plomo con celulosas por diferentes mecanismos de obtención.	85
Table 7 Valor de categorización de Ganancia de Hake	93
Table 8 Matrixpiedrapapelytijera	100
Table 9 Probabilidades de precipitación a lo largo de 6 semanas en Tunja	107
Table 10 Coeficientes y p-valores variables dependientes año 2015	131
Table 11 Estimaciones de potencia y tamaño para estadísticas basadas en la mediana para la norma 1, T =512	138
Table 12 Exponentes de Hurst estimados con los métodos R/SC, R/SG y DFAM.....	144
Table 13 Diseño Experimental	293

Líneas Temáticas

Línea Investigación experimental: Física, Biología y Química.

Línea Enseñanza de la ciencia en un mundo globalizado.

Línea Desarrollo de las ciencias básicas: Simulación, Modelación matemática, Estadística y aplicaciones.

Presentación

La Vicerrectoría Académica de la Universidad Santo Tomas en Tunja, articulada con el Departamento de Ciencias Básicas, buscan seguir promoviendo espacios académicos que contribuyan a la transformación del ser humano y que a su vez integren la región dentro del contexto científico del mundo, mediante el fomento y divulgación de la ciencia; razón por la cual en sintonía con el Plan Integral Multicampus se han propuesto incorporar espacios académicos que respondan a los desafíos de la globalización y que en paralelo involucren novedosas metodologías para el desarrollo del pensamiento y enseñanza de la ciencia.

Con este fin se realizó el III Congreso Internacional de Ciencias Básicas, durante los días 10, 11 y 12 de Abril de 2019 en el Centro de Convenciones de la Cámara de Comercio de Tunja, como espacio de visibilidad, impacto nacional y global, que servirá como pauta y herramienta fundamental de exploración hacia nuevos métodos de enseñanza, actualización del conocimiento y trascendencia del mismo en el desarrollo del ser humano y su entorno, con enfoque en los problemas de la región, el país y el mundo.

Finalmente, es importante resaltar que el objetivo principal del congreso, fue generar un espacio académico de carácter internacional, que permitiera fortalecer la divulgación científica de trabajos e investigaciones en Ciencias Básicas, que contribuyan al desarrollo del ser humano y su

entorno, por lo cual dentro de este documento se encontraran trabajos entorno a la enseñanza de las Ciencias, la Física, Química y Biología experimental, al igual que trabajos con respecto a la simulación en Matemáticas, Estadística y aplicaciones.

1. CONFERENCIAS

1.1. BIO-ROBOTICS. SUENA A INGENIERÍA, PERO TAMBIÉN ES CIENCIA BÁSICA

Kamilo Melo

Lecturer, Scientist, EPFL, Lausanne, Suiza, kamilo.melo@epfl.ch
CEO, KM-RoBoTa Sàrl - Suiza, / s.a.s - Colombia. kamilo.melo@km-robot.com

Esta charla mostrará diferentes aspectos relacionados con el uso de ciencia básica como fuente para la creación de robots y de la misma manera, el uso de robots para resolver intrincadas preguntas científicas. Ciencia para robots y robots para ciencia. Diferentes curiosas preguntas científicas y los robots usados como herramientas para responderlas serán presentados. Cómo combinan el movimiento de sus alas las libélulas para controlar su vuelo, como se puede modelar y controlar el movimiento de las serpientes, cuales son los modelos neuro-mecánicos implicados en el control del movimiento de lampreas y salamandras, son, entre otros los temas que se expondrán como abrebocas.

Será un recorrido la breve historia desde los orígenes del autor (Boyacá) hasta la consolidación su particular metodología para diseñar robots basados en curiosas observaciones y mediciones de la naturaleza. Este

recuento estará enmarcado en diferentes anécdotas que reflejarán las interacciones entre ciencia e ingeniería que conllevan a resultados en ambos campos. El autor quiere hacer especial énfasis en como simple ideas, se pueden transformar en poderosas preguntas científicas, y de cómo la ingeniería desarrollada para intentar responder estas preguntas se puede convertir en grandes oportunidades de creación de productos industriales de altísimo valor tecnológico, científico y comercial.

El autor no pasara por alto sus más recientes resultados, como lo son robots serpiente que rompen con los esquemas establecidos en áreas como soft robotics, un robot lamprea que explica cómo algunos animales sensan el ambiente para hacer más robusta su locomoción, robots cocodrilos usados para documentales científicos en el África, robots con forma de cocodrilo que sirven para explorar zonas de desastre y sin duda, la reconstrucción de la locomoción de un animal extinto a partir de su fósil, el cual fue recientemente publicado en “nature”.

1.2. LAS MATEMÁTICAS Y LAS CIENCIAS ECONÓMICAS EN LA ERA DE LA INFORMACIÓN

Sergio Rodríguez Apolinar¹

Línea de Trabajo: Aplicaciones de las herramientas matemáticas en el quehacer actual de las ciencias económicas.

Palabras clave: Matemáticas Financieras, Optimización, Matemática Aplicada, Mercados Internacionales, Ciencia de los Datos, Programación.

El rol profesional de las ciencias económicas (Economía, Finanzas, Contaduría, Administración de Empresas, Negocios, Contaduría) es principalmente lograr que las distintas organizaciones de las que son parte obtengan los mejores resultados de acuerdo al objetivo específico a cada una de ellas. Esto incluye empresas del sector financiero y no financiero, de alcance local o multinacional, así como gobiernos locales y gobierno nacional. Si bien el quehacer tradicional de las ciencias económicas ya tiene sus retos y limitaciones, en la actualidad, la mayor demanda al interior de las organizaciones por un manejo adecuado de la información que viene tanto de la misma organización como del entorno en el que se encuentra, hace que la necesidad de profesionales cada vez más capacitados para entender y procesar dicha información en el menor tiempo posible sea de vital importancia para la relevancia de estas profesiones. Afortunadamente, las herramientas matemáticas que nos han venido

¹Máster en Finanzas, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, España. sergio.rodriguez@barcelonagse.eu

impartiendo desde hace mucho contienen las bases para poder ubicar al profesional en este nuevo contexto cada vez más competitivo, pues precisamente las aplicaciones informáticas y estadísticas que se usan para el procesamiento de dicha información no tienen detrás otra cosa que las técnicas de cálculo y optimización contenidas en las cátedras de cálculo diferencial e integral, y de programación dinámica. Desde la estimación de pronósticos de mercado y flujos de ingreso en tiempo real, hasta el cálculo de los requerimientos de capital de un banco comercial, pasando por el manejo del riesgo de crédito y operativo involucran técnicas de optimización que solo se pueden manejar con los conocimientos matemáticos correspondientes.

1.3. SIMULACIONES COMPUTACIONALES PARA ESTUDIAR EL MUNDO NANO

Noboru Takeuchi

Línea de Trabajo: Desarrollo de las ciencias básicas: Simulación, Modelación matemática y estadística, aplicaciones.

Palabras clave: Nanomundo, simulaciones computacionales, materiales 2D, nanoestructuras

Las propiedades de un material en la nanoescala (1 nanometro es un metro dividido en mil millones) son muy diferentes a las propiedades del mismo material en la macro y micro escala. Estas nuevas propiedades se pueden usar en muchísimas aplicaciones, son tantas que se habla de una nueva revolución tecnológica del siglo XXI. Para trabajar en esos tamaños tan pequeños, tenemos una gran variedad de técnicas experimentales, como el crecimiento de materiales usando la epitaxia de haces moleculares, la cual nos permite la fabricación de materiales, con un control de una capa atómica a la vez. Otra técnica experimental muy usada para estudiar el nanomundo es el microscopio de tunelamiento electrónico, el cual nos permite visualizar una superficie con resolución atómica.

Sin embargo, las simulaciones computacionales son una herramienta muy importante para estudiar el nanomundo. Durante los últimos años, hemos trabajado en el estudio de algunos sistemas nanométricos, los cuales no solamente son importantes desde el punto de vista de la investigación

básica, sino que también podrían usarse en aplicaciones prácticas. Hemos estudiado por ejemplo el uso de sistemas bidimensionales para atrapar y descomponer moléculas contaminantes y la formación de nano estructura antiferromagnéticas de nitruros de manganeso las cuales pueden formar interfaces con otros materiales ferromagnéticos, con posibles aplicaciones en la espintrónica.

Agradezco al proyecto DGAPA-UNAM IN101019 y al proyecto Conacyt A1-S-9070 de la Convocatoria de Propuestas para la Investigación de Ciencia Básica 2017-2018 por apoyo financiero parcial. Los cálculos se realizaron en el Centro de Supercomputación DGCTIC-UNAM, proyecto LANCAD-UNAM-DGTIC-051.

1.4. DILEMAS SOBRE LAS MATEMÁTICAS ENTENDIDAS COMO UNA MATERIA GENERAL (CIENCIA BÁSICA) PARA DIFERENTES CARRERAS (PROFESIONES)

Vicenç Font²

Línea de trabajo: Enseñanza de la ciencia en un mundo globalizado.

Palabras clave: matemáticas, ciencias básicas, competencia, contextualización

Se reflexiona sobre algunos dilemas que afectan a las matemáticas entendidas como una materia general que se enseña en los primeros cursos (ciencias básicas, estudios generales, etc.) de diferentes carreras (profesiones). Se entiende el dilema como una situación difícil o comprometida en que hay varias posibilidades de actuación y no se sabe cuál de ellas escoger.

La primera reflexión trata sobre las diferentes maneras de enseñar matemáticas, que básicamente son tres: formalista, mecanicista y realista y sobre el hecho de que las matemáticas, en los primeros ciclos, se enseñan de una manera que se sitúa en una posición intermedia entre la perspectiva formalista y la mecanicista. También se comenta que adoptar una enseñanza de las matemáticas de tipo realista es un paso necesario para adoptar metodologías del tipo trabajo por proyectos, STEM, etc.

²Doctor, Universidad de Barcelona, España, vfont@ub.edu

La segunda reflexión se focaliza en la respuesta a la siguiente pregunta: ¿Los conocimientos generales pueden ser aplicados por las personas a diferentes contextos con cierta facilidad?, dado que enseñar las matemáticas de manera formal y descontextualizada en un ciclo inicial común a muchas carreras diferentes presupone que la respuesta a la pregunta anterior es que sí; mientras que la investigación en psicología y antropología ha llevado al abandono de la idea de que el cerebro del homo sapiens es capaz de funcionar autónomamente, que puede operar con efectividad, o que puede operar sin más, como un sistema conducido endógenamente y que funciona con independencia del contexto.

La tercera reflexión trata del problema de la transición entre la etapa de la secundaria- bachillerato y la etapa universitaria. Se analizan las diferentes opciones que se toman para minimizar este problema, siendo uno de ellos procurar que la brecha entre la manera de enseñar las matemáticas entre las dos etapas sea lo menor posible, lo cual lleva a replantear la manera de enseñar las matemáticas, cuando estas se entienden como una materia general (ciencia básica) para diferentes carreras y son enseñadas de manera formal y descontextualizadas.

La cuarta reflexión considera que actualmente hay una tendencia a considerar que “saber matemáticas” incluye la competencia para aplicarlas a situaciones no matemáticas de la vida real. Esta tendencia, en algunos países, se ha concretado en el diseño de currículums basados en competencias.

Por tanto, hay que enseñar unas matemáticas de manera que los estudiantes sean competentes para usarlas en la resolución de problemas, y si esta materia es común a muchas carreras (por ejemplo, a todas las ingenierías) deben servir para resolver los problemas de todas ellas. Ahora bien, como esto no se consigue enseñando unas matemáticas formalistas y descontextualizadas (segunda reflexión) las soluciones plausibles son:

Solución 1: presentando una muestra representativa de la complejidad de las nociones matemáticas que se quieren enseñar

Solución 2: Presentando situaciones y problemas propios de la profesión para hacer emerger una matemáticas que no necesariamente pretenden enseñar una muestra representativa de los diferentes significados del objeto matemático que se quiere enseñar, solo los más relevantes que se usan para resolver los problemas de la profesión (hay que mirar cómo usan las matemáticas en las asignaturas de los últimos cursos, cómo las usan para los trabajos finales de la carrera (proyectos, prácticas profesionales, etc.). Esta solución implica que no se pueden dar unas matemáticas comunes para todas las ingenierías (por ejemplo), sino que hay que adaptarlas a cada ingeniería.

Las reflexiones anteriores llevan a considerar que vamos hacia una solución del tipo 2 en la que se enseñaran unas matemáticas contextualizadas que emergen de problemas específicos de cada carrera

Voy a hablar de la problemática “particular-general”, de diferentes modelos de enseñar matemáticas, de contextualización, competencia, paso de la secundaria-bachillerato a la universidad, etc.

CIENCIAS BÁSICAS EN UN MUNDO GLOBALIZADO.

Investigación experimental y simulación matemática

Líneas temáticas:

- Enseñanza de la ciencia en un mundo globalizado.
- Desarrollo de las ciencias básicas: Simulación, Modelación Matemática y Estadística, aplicaciones.
- Investigación experimental en Física, Biología, Química, Microbiología, Geología, Edafología.

ISBN: 978-958-5471-38-1

abril 2019

Tunja, Boyacá Colombia

2. PONENCIAS

2.1. Línea Enseñanza de la ciencia en un mundo globalizado

2.1.1. Aplicaciones de las Formas Alotrópicas del Carbono (abril 2019)

Ayala Sotelo Laura Natalia³, Peña Segura Sully⁴.

Investigación de las formas alotrópicas en el carbono enfocadas en la ingeniería electrónica y sus campos de acción

Palabras Clave: Nanomateriales de carbono, alótropos de carbono, fullerenos, nanotubos de carbono, Grafeno, Grafito, Diamantes

Este artículo informa sobre las aplicaciones de las formas alotrópicas que se derivan del elemento carbono, teniendo en cuenta que es vital para la producción de energía, siendo uno de los materiales más exuberantes en la tierra y como tal tiene un aporte esencial en casi todos los campos de la ciencia y tecnología, el cual tiene una amplia variación en las propiedades de dichas formas, sin embargo, está comprendido en cuatro principales maneras de función del elemento.

El carbono es un elemento químico el cual cumple múltiples funciones en diferentes componentes que conforman la tierra, se pueden identificar en sistemas bióticos (fauna y flora), suelo aire y agua y demás procesos

³ USTA, Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, laura.ayalas@usantoto.edu.co

⁴ sully.segura01@usantoto.edu.co

biológicos. Además, este elemento cuenta con características que permiten identificar diferentes estados de este. Como lo son las formas alotrópicas del carbono las cuales se representan por ser fundamentales para el desarrollo de aplicaciones en varias ramas de ciencia y tecnología.

1.1 Lonsdaleite: Este alótropo de carbono se encuentra en los meteoritos que contienen grafito que han golpeado la tierra. Se identificó por primera vez en 1967 a partir de un meteorito llamado el meteorito de Diablo Canyon. A partir de esto se identifica que el material presenta impurezas debido a que se encuentra contenido tras la colisión de un meteorito y por ende dichas impurezas reducen su dureza hasta situarla en un 58% más de dureza que el diamante, con lo cual se somete a un proceso de sinterización usando el grafito como prueba bajo las condiciones de altas presiones y temperaturas, así mismo diferentes técnicas

1.2 Grafito: Tiene una estructura plana de átomos de carbono apilados en capas (cada capa de átomos de carbono se denomina capa de grafeno o lámina de grafeno) en una red de nido de abeja con una Separación de 0.142 nm. Cada capa se mantiene unida por un enlace π débilmente insaturado.

Diversas aplicaciones se derivan del grafito como el revestimiento está definido como el recubrimiento de tubos de televisión, de sustancias explosivas, de fundición del hierro y el acero, así mismo en la fabricación de balatas y el fortalecimiento de metales. Sin embargo, en los productos químicos tiene un amplio campo de acción en la manufactura de empaques especiales, ingrediente en la fabricación de caucho, explosivos y pulimentos, elaboración de fibras y municiones, agente aislante en las

coladas de acero, relleno para juntas y cojinetes.

1.2.1 El grafeno: se forma a partir de una mono capa de átomos de carbono que se empaquetan tensamente en una red de nido de abeja en 2-dimensiones. Los átomos de carbono están hibridados sp^2 ; por lo tanto, forman una fuerte unión intracapa dentro de los anillos de carbono hexagonales, lo que convierte al grafeno en el material más fuerte conocido por el hombre, hasta 100 veces más que el del acero hipotético

Este material se puede emplear en la fabricación de microchips o de transistores, ambos elementos imprescindibles en prácticamente todos los dispositivos electrónicos. Existen diversas empresas que ya están desarrollando tintas conductoras, que es un tipo de tinta que conduce la electricidad y que se emplea para imprimir circuitos, a partir de grafeno. Además, por sus especiales características los componentes electrónicos de este material permitirán el desarrollo de dispositivos flexibles que podrán enrollarse o plegarse según las necesidades.

1.3 Diamante: es un alótropo meta estable de carbono con los átomos de carbono dispuestos en una estructura de cristal cúbico centrada en la cara. Los diamantes se forman a una presión de 5-6 Gpa y temperaturas que oscilan entre 900-1400 El diamante es menos estable que el grafito, pero la conversión de diamante a grafito en condiciones estándar es trivial. El color del diamante depende de la otra composición elemental, como el nitrógeno y el boro. Sus aplicaciones están enfocadas en la industria y joyerías teniendo en cuenta su dureza y alta dispersión de la luz, lo que lo convierte en un abrasivo excelente y le permite mantener su pulido y lustre extremadamente bien.

1.4 Fullerenos: es una molécula formada solo por átomos de carbono para formar la forma de una esfera hueca, elipsoide o tubo. Fullerenos que están en la forma de un tubo se denominan CNT. Los CNT consisten en anillos hexagonales con átomos de carbono y tienen anillos pentagonales para formar una curva.

Dicha molécula presenta un extenso empleo en la actualidad como imitación del diamante, catalizadores, productos cosméticos, los superconductores, agente abrasivo para cortar y moler aplicaciones, colorantes y pigmentos, electrodos, aditivo lubricante, antioxidante para usos medicinales, entre otros. A pesar de que se sigue investigando para una mayor eficiencia del mismo.

El carbono ha sido un factor muy importante para el campo de la nanotecnología donde el grafeno se caracteriza como se puede ver en la definición propuesta, ya que cuenta con propiedades muy eficientes en el transporte de electrones y conductividad, así mismo auto enfriamiento, flexibilidad, resistividad, mudable y se considera el material más fuerte que el ser humano ha captado, debido a que tiene una capa muy fina de un átomo de carbono sin embargo es un componente denso pero permite el paso del agua y con esto produce electricidad al ser traspasado por la luz. Por todo lo anterior se evidencia que el uso del grafeno está generando una revolución tecnológica en todas las ramas de la ciencia y la tecnología ya que cuenta con una amplia variedad en sus aplicaciones como lo son los circuitos electrónicos, baterías que duran un tiempo largo en descargarse y la misma se recarga en un tiempo corto de 15 minutos esto visto desde el sector energético que genera un forma más ambiental de consumo

energético, pantallas de todo tipo y plegables, telas de alta resistencia, etiquetado electrónico y embalaje inteligente, entre otros.

El uso de este material permitirá la mejora de los ordenadores para una mayor eficiencia con un bajo consumo eléctrico que los que actualmente se emplean como el silicio, esto visto desde la informática.

En la telefonía móvil el grafeno aportaría una nueva era de dispositivos adecuados a la fisionomía del ser humano, al igual el desarrollo de nanos circuitos que mejorarían elocuentemente la velocidad y calidad de las comunicaciones inalámbricas, teniendo las propiedades con las que se caracteriza el material.

En el campo de automatización su aplicación se ve enfocada en el chasis de los automóviles lo cual lo hace más resistente, como también los vehículos híbridos, son aquellos que utilizan sistemas de propulsión ya que combina un motor de combustión interna y varios motores eléctricos, con esto puede tener una mayor eficiencia energética y por ende beneficios económicos y ambientales.

Y con esto motivar a los estudiantes de las diferentes facultades de ingeniería de la Universidad Santo Tomas para desarrollar proyectos a partir del grafeno en los semilleros de investigación donde se explore los campos de acción de estas formas alotrópicas basadas

en el estudio que anteriormente se describió, teniendo en cuenta que dicho estudio sirve como punto de partida para identificar más a fondo los procesos de sintonización de materiales en función del grafeno ya que es un material que día por día produce avances en la ciencia y tecnología

Referencias

- [1] https://www.researchgate.net/publication/281106444_Carbon-allotropes_Synthesis_methods_applications_and_future_perspectives
- [2] https://www.academia.edu/15244748/Carbon-allotropes_synthesis_methods_applications_and_future_perspectives
- [3] <http://www.scienceclarified.com/everyday/Real-Life-Chemistry-Vol-2/Carbon-Real-life-applications.html>
- [4] <https://www.lavidacotidiana.es/lonsdaleite-materiales-mas-duros-que-el-diamante/>
- [5] <https://sites.google.com/a/uji.es/alotropos-del-carbono/lonsdale/aplicaciones>
- [6] <https://revistahomodigitalis.wordpress.com/2011/02/03/el-grafeno-en-la-electronica/>
- [7] <https://www.infografeno.com/aplicaciones-del-grafeno#electronica>

2.1.2 Cuantificación y caracterización de ácidos grasos presentes en aceite de sachá inchi (*plukenetia volubilis*)

Agobardo Cárdenas-Chaparro⁵, Robinson Camelo⁶, Andrea Wilches-Torres⁷, Jovanny Arles Gómez⁸, María Carolina Otálora⁹.

Palabras clave: Sachá Inchi, Ácidos Grasos Poliinsaturados, Ácido Linoleico, Ácido Linolénico.

El Sachá Inchi es una planta oleaginosa cultivada en la selva Amazónica y en el Perú. Se utiliza en la obtención de harina y aceite para consumo humano. Actualmente, su estudio es de gran interés ya que se ha demostrado que contiene entre un 35-60% de aceite, Hamaker et al. (1992). Aproximadamente el 85% de este aceite, está compuesto por ácidos grasos poliinsaturados (ácido linolénico y linoleico), los cuales al ser incorporados en la dieta pueden prevenir enfermedades cardiovasculares,

⁵ Dr. en Ciencias Químicas, Grupo Química-Física Molecular y Modelamiento Computacional (QUIMOL), Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja, agobardo.cardenas01@uptc.edu.co

⁶ Químico de Alimentos, Grupo Química-Física Molecular y Modelamiento Computacional (QUIMOL), Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja, luis.camelo@uptc.edu.co

⁷ Dra. en Ciencias Químicas, Grupo de Investigación en Ciencias Básicas, Núcleo Línea Biotecnología, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Boyacá, Tunja, andreawilches@uniboyaca.edu.co

⁸ Dr. en Ciencias Químicas, Grupo Química-Física Molecular y Modelamiento Computacional (QUIMOL), Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja, jovanny.gomez@uptc.edu.co

⁹ Dr. en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Grupo de Investigación en Ciencias Básicas, Núcleo Línea Biotecnología, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Boyacá, Tunja, mcotalora80@yahoo.com

coronarias, de hipertensión, diabetes, artritis, trastornos inflamatorios y auto inmunes, depresión, trastorno bipolar y cáncer, Valenzuela et al. (2011).

En Boyacá, en la provincia de Lengupá se está implementando el cultivo de Sacha Inchi y consecuentemente la producción de aceite, sin embargo, es necesario caracterizar y cuantificar los componentes de este producto para garantizar la seguridad al consumidor como bien lo exige la normatividad en este tipo de productos, Sathe et al. (2002).

Por lo anterior, a una muestra de semillas de Sacha Inchi provenientes de la Finca Villa Leticia del municipio de Miraflores Boyacá, se les realizó la extracción del aceite en cloroformo por Soxhlet. El rendimiento de extracción fue del 50.2%, similar a lo reportado por Guillén et al. (2003) y Hamarker et al. (1992). Al aceite extraído se le realizó la cuantificación y caracterización de ácidos grasos por cromatografía de gases acoplada a un detector de ionización por llama y por cromatografía de gases acoplada a un espectrómetro de masas respectivamente. Los resultados mostraron la presencia de ácidos linolénico (58.67%), linoleico (33.89%), palmítico (4.15%), esteárico (2.68%) y oleico (0.59%).

De este trabajo se concluye que la metodología para la extracción del aceite es adecuada, pues el rendimiento estuvo dentro del promedio esperado. El ácido linolénico es el componente mayoritario, superando en cantidad a otros aceites como el de oliva y el de soya. La cantidad total de ácidos grasos poliinsaturados presentes en el aceite de Sacha Inchi es del 92.56% lo que lo hace potencialmente competitivo en el mercado alimenticio con otros de su tipo como el aceite de soya, de germen de trigo y de linaza.

Bibliografía:

Hamaker, B. Valles, C. y Gilman, R. (1992) Amino Acid and Fatty Acid Profiles of the Inca Peanut (*Plukenetia volubilis*). Am Association of Cereal Chemistry. Vol. 69(4)

Valenzuela, R. Tapia, G. González, M. y Valenzuela, A. (2011) Ácidos Grasos Omega-3 (EPA Y DHA) y su Aplicación en Diversas Situaciones Clínicas. Rev. Chil. Nutr Vol. 38(3): 356-367

Sathe, S. Hamaker, B. Sze-Tao, K. y Venkatachalam M. (2002) Isolation, Purification, and Biochemical Characterization of a Novel Water Soluble Protein from Inca Peanut (*Plukenetia volubilis* L.). J Agric Food Chem. Vol. 50(17): 4906-4908.

Guillén, M. Ruiz, A. y Pascual, G. (2003) J. Am. Oil Chem. Soc.: 755-762

2.1.3 Diseño de un biosistema de tratamiento de aguas residuales domésticas empleando la macrófita buchón de agua (eichhornia crassipes)

Diana Catalina Gómez Castañeda, Diego Felipe García Corredor, Jaime Ricardo Lache Aparicio, Daniel Ricardo Castelblanco Peña.

Palabras Claves: Aguas residuales, Biorremediación, Biosistema, Buchón de agua, Fitodepuración.

Según (Cruz, 2009) define al agua residual como “El agua utilizada que incorpora diversidad de elementos de tipo coloidal, disueltos, suspendidos que alteran las condiciones físico-químicas y bacteriológicas del líquido, alterando sus condiciones de calidad y pureza.”. En la actualidad los ríos La Vega y Jordán del municipio de Tunja Boyacá, se encuentran fuertemente afectados por el vertimiento de agua residual de la zona, por ende, surge la iniciativa de la búsqueda de un método de tratamiento de dichas aguas a fin de mitigar la problemática presente. En este orden de ideas nacen alternativas que toman importancia entre las que se destacan los filtros verdes, los cuales, según Metcalf y Eddy, (1996) se definen como aquel sistema natural de tratamiento de aguas residuales por aplicación directa, constituido por una superficie ya sea acuática o terrestre, donde se establecen una o varias especies vegetales, a las cuales se les aplica el agua residual mediante algún método de riego.

Este trabajo pone especial atención en un tipo particular de macrófita, la

Eichhornia crassipes, más conocida como Buchón de agua. Se ha encontrado numerosos estudios a nivel mundial donde demuestran la capacidad de esta planta para remover nutrientes, metales pesados y grandes contenidos de materia orgánica. (Yubin et al., 2015). La presente investigación diseñó, desarrolló y evaluó un biosistema de tratamiento a escala piloto de agua residual del río Jordán ubicado en la ciudad de Tunja, a través de la *Eichhornia crassipes*, determinado la capacidad de esta para depurar algunos contaminantes biológicos y físico-químicos. Para el desarrollo de este proyecto se realizaron 5 fases. La primera fase consistió en una revisión y recopilación bibliográfica de investigaciones relacionadas con el tema, con el fin de profundizar el conocimiento acerca de la temática del proyecto.

La segunda fase experimental se realizó en el municipio de Samacá, Boyacá, ubicación en coordenadas: 5°29'31"N 73°29'12"O donde se llevó a cabo la extracción de la *Eichhornia* de su hábitat natural localizado en un reservorio artificial, el cual es empleado para el riego de cultivos aledaños a las afueras del municipio. En la tercera fase de la metodología denominada diseño del montaje experimental se llevó a cabo la recolección de la muestra de agua residual del río Jordán a la altura del barrio Remansos de Santa Inés, ubicación en coordenadas 5°32'25"N 73°21'41"O. De igual forma se realizó el montaje del biosistema en un acuario con dimensiones de 30 cm de alto, 45 cm de largo y 25 cm de profundo, para obtener una capacidad de albergue de 33,75 litros. El montaje del biosistema contó con las siguientes características: 4 ejemplares de la *Eichhornia crassipes* dispuestas en 24,75 litros de agua residual; su

montaje se realizó en el laboratorio de procesos de ingeniería ambiental de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja. La cuarta fase de la metodología del proyecto de investigación fue la evaluación del biosistema de tratamiento, analizando los porcentajes de reducción de los parámetros biológicos y físicos-químicos, donde se llevó una muestra de 2 litros de agua residual al laboratorio de procesos de ingeniería ambiental de la universidad Santo Tomás. El tratamiento del agua residual empezó el martes 16 de octubre del 2018, y finalizó el martes 30 de octubre del mismo año, es decir una duración de 15 días en los cuales se fueron depurando los contaminantes presentes en ésta. Ese mismo día, se procedió a llevar la segunda muestra de agua, en este caso el agua tratada por el Buchón de agua. Se llenó el recipiente con 2,5 litros de agua y se llevó la muestra nuevamente al laboratorio de ingeniería ambiental. Todos los parámetros biológicos y físico- químicos fueron analizados de acuerdo con la metodología establecida en los métodos estándar (APHA, AWWA, WEF, 2017). Los parámetros analizados fueron Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mediante la incubadora de marca Binder, Demanda Química de Oxígeno (DQO), fosfatos (FT), y Sólidos Suspendidos Totales (SST) y pH mediante el multiparámetro de la marca Hanna instruments referencia H1 98194. Como quinta y última fase se realizó el análisis y discusión de los resultados con la ayuda del software estadístico Minitab, con el cual se elaboró la construcción de gráficas que permitan una mejor comprensión de los resultados obtenidos en la investigación.

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
pH	Multiparámetro de la marca Hanna instruments referencia H1 98194	-	7,64
(DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO) (DBO 5)	Incubación 5 días, Incubadora de marca Binder	mg/L O	9
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SM-5520 Método Reflujo Cerrado-Colorimétrico	mg/L O	28
OXÍGENO DISUELTO	Multiparámetro de la marca Hanna instruments referencia H1 98194	mg/L O	2
	SM-4500-PE		

FOSFATOS	Método del ácido ascórbico- Colorimétrico	mg/L	2
SOLIDOS SUSPENDIDO S TOTALES(SS T)	Multiparámetro de la marca Hanna instruments referencia H1 98194	mg/L	50

Table 1 Reporte de resultados análisis agua residual. Fuente: Autor

Los resultados obtenidos a partir de la investigación se registran en las tablas 1 y 2; la tabla 1 muestra los parámetros analizados en el agua residual con sus respectivas concentraciones en mg/l antes del desarrollo del biosistema de tratamiento.

Por otro lado, los resultados del segundo análisis correspondiente al agua residual tratada por el Buchón de Agua se expresan en la Tabla 2.

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADE S	RESULTADO
pH	Multiparámetro de la marca Hanna	-	6,5

	instruments referencia H1 98194		
(DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO) (DBO 5)	Incubación 5 días, Incubadora de marca Binder	mg/L O	6
DEMANDA QUIMICA DE	SM-5520 Método Reflujo Cerrado-	mg/L O	25
OXIGENO	Colorimétrico		
OXIGENO DISUELTO	Multiparámetro de la marca Hanna instruments referencia H1 98194	mg/L O	4
FOSFATOS	SM-4500-PE Método del ácido ascórbico- Colorimétrico	mg/L	1,5
SOLIDOS SUSPENDIDO	Multiparámetro de la marca Hanna	mg/L	30

S	instruments		
TOTALES(SS	referencia H1		
T)	98194		

*Table 2 Reporte de resultados análisis agua tratada por el Buchón de agua.
Fuente: Autor*

Como se observa en la tabla, se obtuvieron resultados para la DBO de 6 mg/l, valores menores a 25 mg/l en la DQO y en el oxígeno disuelto un valor de 4 mg/l. El resultado de fosfatos fue 1,5 mg/l y el de SST 30 mg/l.

En cuanto al parámetro pH se registró una disminución después de finalizar el periodo de tratamiento con un valor final de 6.5, lo cual demuestra una tendencia a la neutralización del agua.

En este orden de ideas, se procedió a realizar un análisis comparativo de los resultados de ambas muestras. En la Figura 2 se ilustran las variaciones en la concentración mg/l de cada variable, siendo el análisis 1 aquel con agua residual y el análisis 2 con el agua tratada por la *Eichhornia Crassipes*.

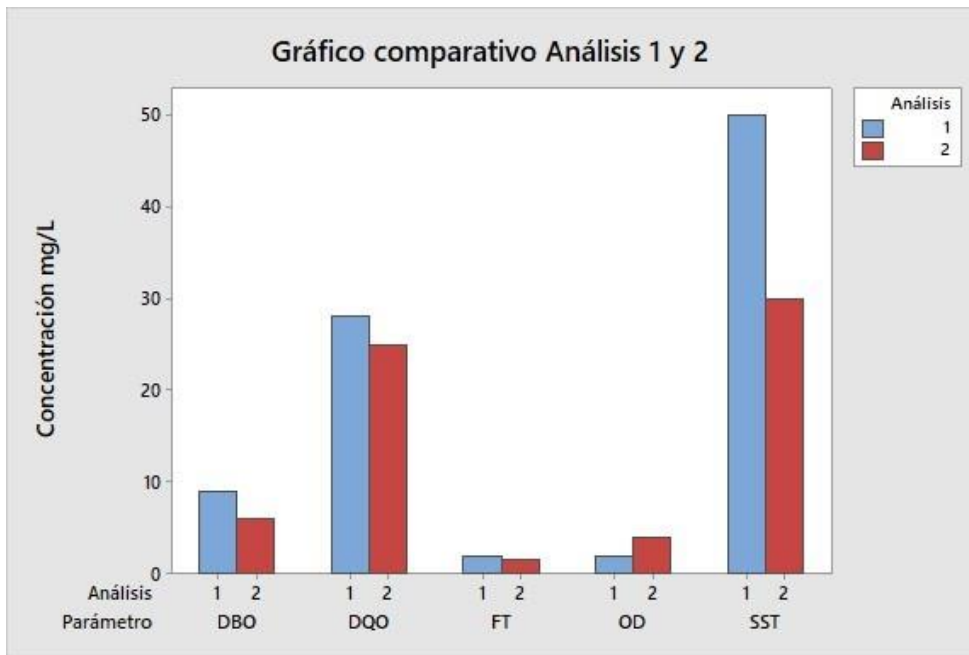


Ilustración 1 Gráfico comparativo entre los dos análisis de agua Fuente: Autor

Por medio del anterior gráfico, se puede identificar que cada una de las variables presento reducciones en sus concentraciones mg/l. Por otra parte, se observó un aumento en el parámetro de oxígeno disuelto (2 mg/l – 4 mg/l), lo cual mejora las características físico- químicas del agua.

En síntesis, al analizar las remociones logradas en el sistema completo, es decir en cada uno de los parámetros, se obtuvieron resultados óptimos; para la Demanda Bioquímica de Oxígeno expresada como (DBO) se lograron remociones del 33,33%, para la Demanda Química de Oxígeno se reportaron remociones del 10,71%. Para el caso de Solidos Suspendidos Totales (SST) se registró un porcentaje del 40% de remociones y en el parámetro de fosfatos se obtuvo un porcentaje de 25%. Por otro lado, el oxígeno disuelto aumentó en un 100% al final del periodo de tratamiento.

Lo anteriormente mencionado, se observa en la Figura 2.

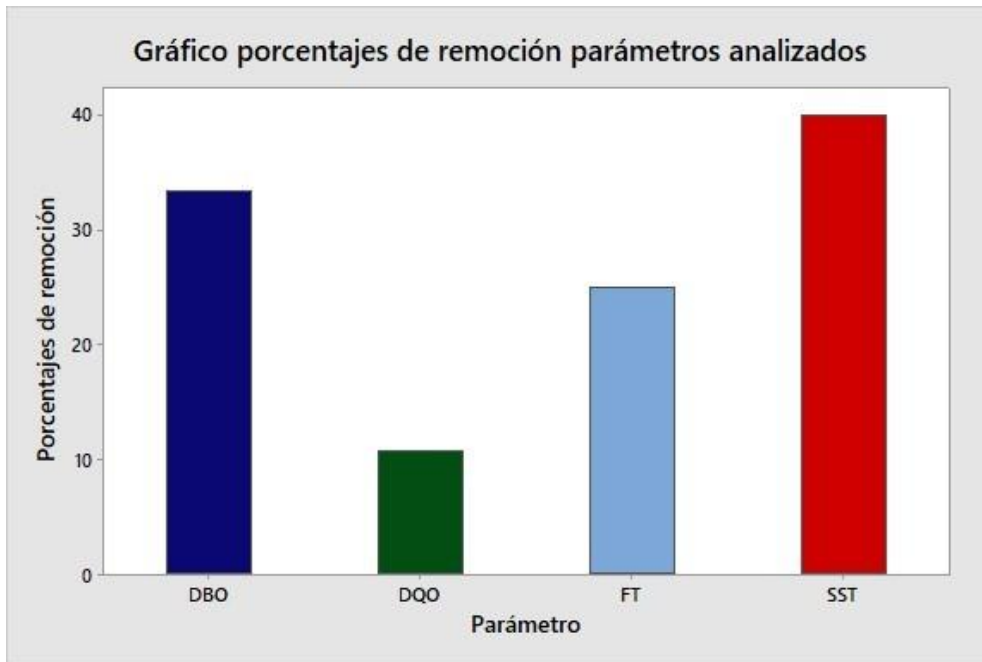


Ilustración 2 Gráfico comparativo entre los dos análisis de agua Fuente: Autor

La DBO presentó remociones del 33.33% y la DQO obtuvo un porcentaje de 10.71%, es decir la materia orgánica se reduce por procesos físicos como floculación y sedimentación, esto contrastado con la teoría tiene sentido en que en los procesos biológicos intervienen organismos vivos (micro y macroscópicos) e influyen de manera drástica en factores como la disponibilidad de oxígeno, el pH del medio, y la temperatura. En estos procesos se pueden dar reacciones de oxidación/reducción, hidrólisis y fotólisis, que conducen a la biodegradación de la materia orgánica. (Curt Fernández de la Mor, 2011).

Las reducciones de DBO y DQO pueden ser fundamentadas en la teoría y

ratificadas en la práctica, ya que todo el sistema radicular (raíces y rizomas) de la *Eichhornia Crassipes* entra en contacto con el agua y de esta se alimentan distintas clases de microorganismos que se alimentan de la DBO tanto disuelta como no disuelta.

Por otra parte, cabe la pena resaltar las remociones de Fosfatos en el agua, el cual es uno de los constituyentes del fósforo en las aguas residuales; este se encuentra en las aguas residuales en forma de fosfatos, ya sea disuelto o en partículas. El fósforo tiende a acumularse en sedimentos, cuando no es constituyente de organismos. Así pues, el principal mecanismo de remoción de fósforo de las aguas residuales necesariamente está basado en la acumulación en sedimentos y biomasa. A su vez es de resaltar el pH al final del tratamiento, puesto que tiende a neutralizarse, y esto mejora las condiciones fisicoquímicas del agua, esto se debe principalmente a que el buchón de agua impide el paso de la luz y con ella la actividad fotosintética de las algas. El gas carbónico el cual es la principal causa de la acidez del agua puede disminuir considerablemente durante el día cuando la actividad fotosintética supera a la respiración de las bacterias y de las propias algas. La ausencia de fotosíntesis impide que disminuyan las concentraciones de CO₂ disuelto en el agua, con lo cual el pH se estabiliza en valores cercanos a 7.0 (Reddy E., 1985).

De igual modo, el oxígeno disuelto presente en el agua aumentó luego del periodo de tratamiento en un 100% (2mg/l – 4mg/l) lo cual tiene un consecuente efecto en la calidad de los procesos fitodepurativos que se llevan a cabo en el biosistema. El oxígeno disuelto se necesita para una buena calidad del agua. Los procesos de purificación naturales de la

corriente requieren niveles de oxígeno adecuados para facilitar las formas de vida aeróbicas. (CIMCOOL, 2016).

Es necesario mencionar a la vez las reducciones de los sólidos suspendidos totales, los cuales presentaron remociones del 40% al final del tratamiento, siendo este el parámetro con mayores remociones encontradas. Los SST en los sistemas de flujo de agua libre (flujo superficial) los sólidos en suspensión se eliminan por mecanismos de floculación/sedimentación y filtración/intercepción.

En conclusión, cada uno de los análisis realizados a los parámetros evaluados permite ratificar la acción depuradora de esta macrófita, presentándose como una solución a los problemas de contaminación de este río y en general a los cuerpos de agua del país.

Bibliografía

APHA, AWWA, WEF. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater. El autor

CIMCOOL. (2016). ¿Por qué es importante el Oxígeno Disuelto? Ciudad de México. Curt Fernández de la Mor, M. D. (2011). Manual de fitodepuración. Scientific Nature.

Cruz, M. E. (2009). Propuesta de gestión del uso y manejo de las aguas del río la vega de la ciudad de Tunja, departamento de Boyacá. Bogotá: PUJ Metcalf, & Eddy. (1996). Filtros verdes. Un sistema de depuración ecológico. Universidad de Oriente

Reddy, E. (1985). Biomass production and nutrient removal potential of water hyacinth culture in sewage effluent. Journal of Solar Energy, 128-

134.

Yubin Tang, Qunjie Xu & Yulin Min. (2015). Study of Uranium Accumulation Mechanism and Physiological Responses of *Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes*.

2.1.4 Estudio de la fotoreactividad de partículas individuales de interés atmosférico por medio de técnicas de levitación acopladas a espectroscopia micro-Raman

Jovanny Arlés Gómez Castaño¹⁰, Manuel Alveiro Prieto Grosso¹¹ y Yeny A. Tobón Correa¹²

Palabras clave: aerosoles, levitación óptica, levitación acústica, espectroscopia micro- Raman.

Objetivo: Investigar a escala de laboratorio la foto-reactividad de aerosoles de interés atmosférico, a nivel de partícula individual, haciendo uso de técnicas de levitación óptica y acústica acopladas a la microscopia micro-Raman.

Metodología: La morfología y fotoquímica de micro-partículas individuales de 5-20 μm y de 20-60 μm fueron estudiadas en suspensión gaseosa mediante técnicas de levitación óptica y acústica [1-10], respectivamente, acopladas a espectroscopia micro-Raman. Para alcanzar tal cometido, soluciones acuosas de compuestos orgánicos e inorgánicos solubles fueron introducidos como gotas micrométricas dentro de celdas de levitación por medio de nebulizadores ultrasónicos, y las partículas individuales

¹⁰ Doctor en Ciencias Químicas, Grupo Química Física Molecular y Modelamiento Computacional (QUIMOL), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja - Colombia, jovanny.gomez@uptc.edu.co

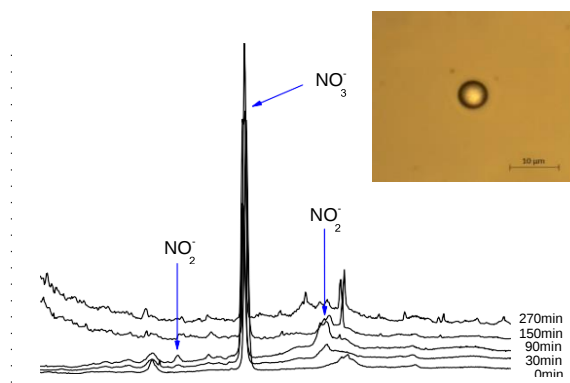
¹¹ Químico y estudiante de la Maestría en Química de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Química Física Molecular y Modelamiento Computacional (QUIMOL), manuel.prieto@uptc.edu.co

¹² Doctora en Ciencias Químicas, Laboratoire de Spectrochimie Infrarouge et Raman (LASIR), Université de Lille, Sciences et Technologies, Lille - Francia, yeny.tobon-correa@univ-lille.fr

atrapadas mediante pinzas ópticas o campos ultrasónicos, de acuerdo a la técnica de levitación implementada. Las partículas individuales en levitación fueron caracterizadas antes de cualquier reacción por medio de espectroscopia μ -Raman. La composición de la mezcla gaseosa al interior de las celdas ambientales fue ajustada por medio de un sistema de liberación de gases, válvulas y medidores de presión. El flujo de los gases se ajustó por medio de controladores de flujo y la humedad relativa fue ajustada mediante el flujo controlado de aire o nitrógeno seco o saturado de vapor de agua según fuera el caso a través de un saturador termoestable. La evolución del diámetro y la morfología, así como el estado físico ópticamente observable, de las partículas fue monitoreada por medio de las imágenes ópticas provenientes de una cámara rápida (Basler Ace NIR, 2048x2048 pixels), la cual fue adaptada a un espectrómetro de microscopia Raman. La irradiación de la partícula fue realizada por medio de una lámpara Hg-Xe de amplio espectro, a través de las ventanas de cuarzo instaladas en las celdas ambientales. Se utilizaron filtros dicróicos con el fin de seleccionar la región del espectro electromagnético deseado para la irradiación. Los cambios químicos producidos en la partícula fueron monitoreados por espectroscopia μ -Raman. Se tomaron espectros Raman en función del tiempo de exposición al gas reactivo y/o irradiación.

Resultados: Micro-gotas individuales de NaNO_3 de $\sim 6,8 \text{ dm}$ fueron atrapadas por el gradiente y lasm fueron atrapadas por el gradiente y las fuerzas de dispersión generadas en el punto focal de un equipo de pinzas láser (levitación óptica) y caracterizadas a través de espectroscopia micro-Raman (ver fotografía en Figura 1). Cada partícula individual fue expuesta

a un haz UV colimado (254 ± 25 nm) proveniente de una lámpara de arco Xe-Kr y los cambios se monitorearon registrando el espectro Raman en función del tiempo de irradiación. Como se observa en la Figura 2, nuevas bandas de absorción vibracional fueron registradas a 1337 y 802 cm^{-1} después de 30 min de tiempo de irradiación, indicando la formación fotoquímica del ion nitrito, NO_2^- , a partir del ion nitrato, NO_3^- (ver espectros



en Figura 1).

Ilustración 3 Espectros Raman (línea de excitación = 532 nm) de una microgota de NaNO_3 después de diferentes tiempos de irradiación UV.

otra parte, microgotas individuales de aproximadamente 60 micrómetros de diámetro conteniendo ácido malónico fueron capturadas por medio de técnicas de levitación acústica.

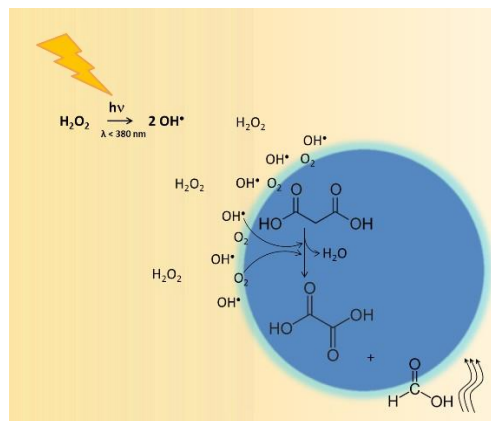
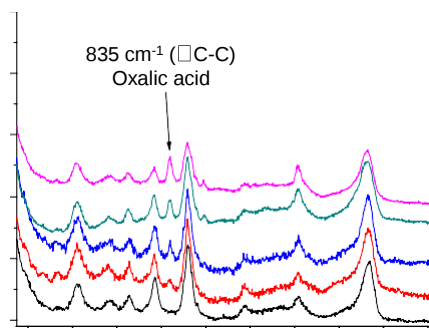


Ilustración 4 Espectros Raman y esquema de reacción de una microgota de ácido malónico en levitación acústica después de diferentes tiempos de irradiación de peróxido de hidrógeno gaseoso.

Estas partículas individuales fueron expuestas a radicales hidroxilos (OH), generados en la fase gaseosa por fotólisis de una corriente de peróxido de hidrógeno arrastrada con nitrógeno. La irradiación ocasiona la formación de ácido oxálico a partir de la reacción fotoquímica entre el ácido malónico y los radicales hidroxilos (ver Figura 2).

Finalmente, partículas individuales acuosas conteniendo complejos de coordinación de Renio(I) y dopadas con trietanolamina (TEOA) fueron expuestas a radiación visible de corto espectro ($338 \leq \lambda \leq 414$ nm), durante diferentes periodos de tiempo, – bajo la presencia de un flujo constante de dióxido de carbono, CO₂, húmedo. El transcurso de esta reacción fotocatalítica heterogénea fue monitoreada por medio de microscopía Raman confocal. Como puede observarse en la Figura 3, la eficiencia de la reacción pudo ser confirmada a partir del rápido descenso de la intensidad de las bandas de TEOA (marcadas con flechas azules), el cual actúan como un “reductor de sacrificio”.

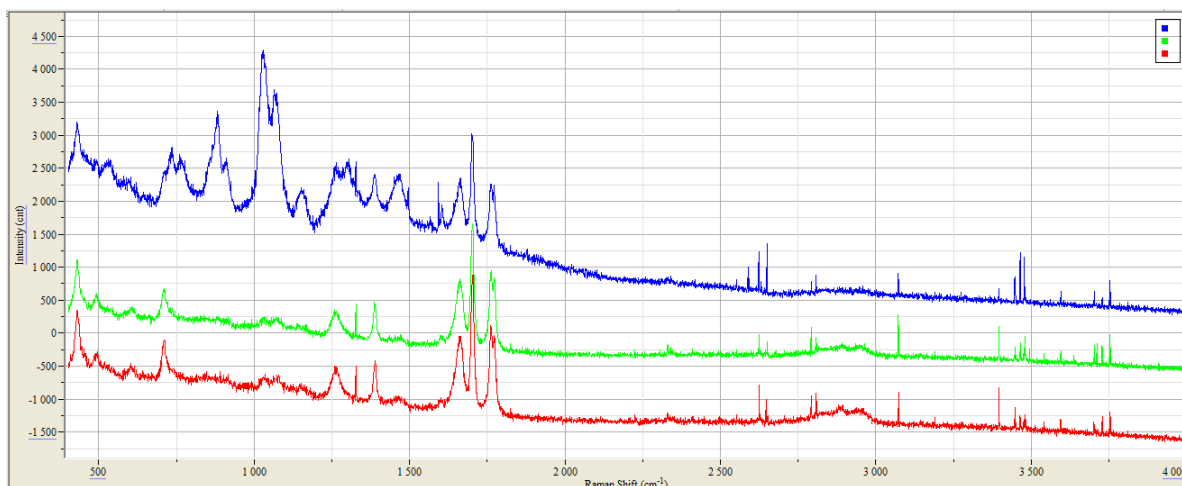


Ilustración 5 Espectros micro-Raman tomados antes (línea azul) y después de 1 y 3 minutos de exposición a luz visible ($338 \leq \lambda \leq 414 \text{ nm}$) sobre una partícula acuosa de un compuesto de Re(I) aislada en levitación acústica.

Conclusiones: En este trabajo se realizó el estudio de diferentes reacciones fotoquímicas, a nivel de partícula individual, originadas en aerosoles acuosos, por medio de una estrategia metodológica que combina la espectroscopia micro-Raman y técnicas de levitación óptica y acústicas. Los procesos analizados incluyen el estudio fotoquímico de una micro-partícula de NaNO_3 acuosa en levitación óptica, la foto-oxidación de ácidos dicarboxílicos solubles en agua en partículas individuales con radicales

OH usando levitación acústica y la foto-reducción catalítica de CO_2 a CO en partículas acuosas aisladas de complejos de Re(I) por medio de levitación acústica. Los resultados mostrados demuestran la versatilidad y potencial de esta técnica en el estudio de procesos químicos, físicos y fotoquímicos de partículas de interés atmosférico, como es el caso de los aerosoles acuosos.

Bibliografía

- [1] O. R. Hunt, A. D. Ward, M. D. King. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 17, 2734-2741 (2015).
- [2] A. E. Haddrell, R. E. H. Miles, B. R. Bzdek, J. P. Reid, R. J. Hopkins, and J. S. Walker. *Anal. Chem.* 89, 2345-2352 (2017).
- [3] S. Ishizaka, K. Yamauchi, N. Kitamura. *Anal. Sci.* 29, 1223-1226 (2013).
- [4] H. Meresman, A. J. Hudson, J. P. Reid. *Analyst.* 136, 3487-3495 (2011).
- [5] U. K. Krieger, C. Marcolli, J. P. Reid. *Chem. Soc. Rev.* 41, 6631-6662 (2012).
- [6] J. R. Butler, L. Mitchem, K. Hanford, L. Treuel, J. P. Reid. *Faraday Discuss.* 137, 351-366 (2008).
- [7] F. D. Pope, H-J Tong, B. J. D. Smither, P. I. T. Griffiths, S. L. Clegg, J. P. Reid, R. A. Cox. *J. Phys. Chem. A* 114, 10156-10165 (2010).
- [8] B. J. D. Smither, K. L. Hanford, N-O. A. Kwamena, R. E. H. Miles, and J. P. Reid. *J. Phys. Chem. A* 116, 6159-6168 (2012).
- [9] R. E. H. Miles, J. S. Walker, D. R. Burnham, J. P. Reid. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 14, 3037- 3047 (2012).
- [10] M. D. King, K. C. Thompson, A. D. Ward, C. Pfrang, B. R. Hughes. *Faraday Discuss.* 137, 173-192 (2008).

2.1.5 Fibras de celulosa de eucalipto modificadas con nanopartículas magnéticas de ferrita de cobalto

Xiomara Pineda¹³, Jorge H. Sánchez¹⁴, German C. Quintana¹⁵ and Adriana P. Herrera¹⁶

Palabras Claves: Fibras de celulosa, nanopartículas magnéticas, fibras modificadas, carga de lumen, co-precipitación química.

La materia prima principal para el sector papelerero es la pasta de celulosa que surge del pulpeo de biomasa lignocelulósica, una fuente sostenible, renovable y abundante que puede satisfacer esta fuerte demanda, ofreciendo una serie de ventajas en cuanto a costo de producción, propiedades físicas y químicas (Kim & Song, 2015). Para la fabricación de papel, la fuente de biomasa es de gran importancia debido a que establece en el producto terminado ciertas propiedades de resistencia, absorción, blancura, humedad, entre otras. Una de las fibras más empleadas en la industria papelerera es el eucalipto, debido a que es una de las especies maderables más cultivadas en Colombia por su rápido crecimiento y alta adaptabilidad a condiciones desfavorables, tales como suelos anegados,

¹³Estudiante de Maestría en Ingeniería, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, xiomara.pineda@upb.edu.co.

¹⁴PhD en Ingeniería Química, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, jorgeh.sanchez@upb.edu.co.

¹⁵PhD en Ingeniería, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, german.quintana@upb.edu.co.

¹⁶PhD en Ingeniería Química, Universidad de Cartagena, Cartagena, aherrerab2@unicartagena.edu.co.

suelos con pocos nutrientes y lugares contaminados (Ceccon, Eliane; Martinez-Ramoz, 1999). El rendimiento de esta especie varía según las condiciones edáficas, climáticas, la disponibilidad de nutrientes, pero sobre todo debido a dos factores: la luz solar de la que dispone en el año y si hay otras especies forestales compitiendo por recursos con ellas. En el mundo, el crecimiento promedio del eucalipto es de 27 m³/ha/año, para Colombia se han reportado valores promedio de 25 m³/ha/año, que es un valor cercano a la media mundial (Restrepo & Alviar, 2010).

La modificación de las fibras de celulosa con nanopartículas magnéticas permite pensar en la creación de un nanomaterial con un alto impacto tecnológico, razón por la cual el estudio y desarrollo de éste se ha convertido en una importante y prometedora actividad de investigación científica (Márquez, 2014). Un nanomaterial se concibe como un material “inteligente” en la medida en la que se puedan alterar ciertas propiedades de una manera controlada, como respuesta a un estímulo externo predeterminado tal como la temperatura, pH, fuerzas iónicas, campos magnéticos, etc. (Qiu & Hu, 2013).

Estos materiales sensibles a estímulos externos pueden experimentar cambios desde su comportamiento en flujo hasta en sus propiedades finales como producto terminado. Así, los materiales "inteligentes" basados en fibras de celulosa modificadas a partir de la incorporación de nanopartículas magnéticas, se presentan como materiales novedosos que poseen grandes ventajas, tales como la posibilidad de manipular la

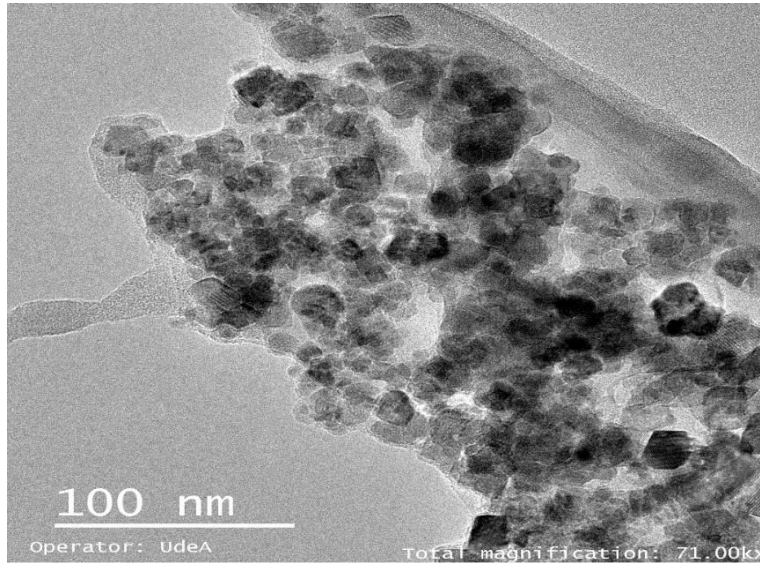
orientación y floculación de las fibras en suspensión tras la aplicación de un campo magnético, hasta su uso en la producción de papel magnético para propósitos de codificación y almacenamiento de información, multi-impresión, y la protección magnética, entre otros (Chia, Zakaria, Nguyen, & Abdullah, 2008). A pesar de que una gran cantidad de trabajos de investigación se han enfocado en el estudio de los métodos de síntesis y caracterización de fibras de celulosa con nanopartículas de magnetita (Fe_3O_4) (Qiu & Hu, 2013) (Marchessault, Rioux, & Raymond, 1992) (Wu, Jing, Gong, Zhou, & Dai, 2011), se han encontrado pocos trabajos que reportan el uso de nanopartículas de ferrita de cobalto (CoFe_2O_4) sintetizadas por el método de co-precipitación química para la modificación de fibras de celulosa (Chia, Zakaria, Goh, & Chan, 2013).

De esta forma, el objetivo de esta investigación es obtener fibras magnéticas por el método de carga de lumen usando nanopartículas de ferrita de cobalto. Para esto, inicialmente se sintetizaron nanopartículas de ferrita de cobalto por el método de co-precipitación química usando sales de cloruro de hierro ($\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$) y cloruro de cobalto ($\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$) en un medio alcalino con una relación estequiométrica 2: 1. Las nanopartículas fueron caracterizadas estructural y morfológicamente mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM), difracción de rayos X (DRX), espectroscopia de energía dispersiva (EDS) y magnetometría de muestra vibrante (VSM). Posteriormente, se efectuó la modificación de las fibras por el método de carga de lumen siguiendo un diseño de experimentos 2k con 5 puntos centrales con el fin de evaluar cual

factor (dosis de nanopartículas, velocidad de agitación y tiempo de agitación sin PEI) presenta mayor impacto sobre la modificación de las fibras. Finalmente, las fibras modificadas también fueron analizadas por microscopia electrónica de barrido (SEM), espectroscopia de energía dispersiva (EDS) y espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR).

Los resultados obtenidos de dicho estudio, establecieron que las partículas sintetizadas, Figura 1, presentan una morfología poco regular y polidispersa, debido a que el proceso seleccionado de síntesis no permite control sobre la forma y el tamaño de partícula (Ruiz, 2016). Además, se evidencio una fuerte aglomeración de las nanopartículas, ocasionada por las fuerzas atractivas de Van der Waals y las interacciones magnetostáticas entre ellas (Chamé, 2013) (Chantrell, Popplewell, & Charles, 1978) (Montes de Oca, Chuquisengo, & Alarcón, 2010). Conjuntamente, se determinó que las nanopartículas presentan un tamaño promedio de 9 nm con un diámetro de núcleo magnético de 5.5 nm,

Ilustración 6 Micrografía TEM de las nanopartículas de CoFe₂O₄.



La

muestra de nanopartículas de

CoFe₂O₄ presentaron histéresis magnética estrecha (Figura 2), lo cual indica que requiere una pequeña cantidad de energía disipada para invertir la magnetización (Chamé, 2013). Además, exhibe un comportamiento ferrimagnético, lo cual puede deberse al ordenamiento de la estructura cristalina de forma antiparalela entre los dos iones magnéticos (Fe⁺³ y Co⁺²), ubicados en las posiciones tetraédricas y octaédricas de la estructura espinela (Márquez, 2014) (Chamé, 2013) (Sharma et al., 2016).

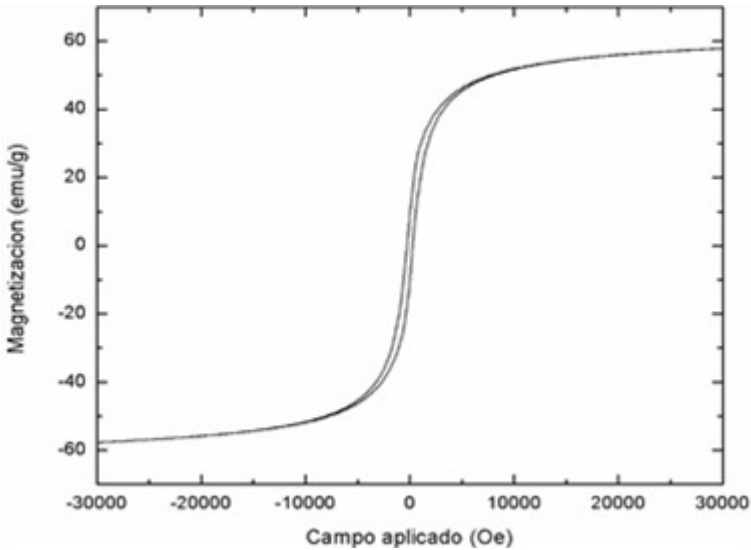


Ilustración 7 Curva de magnetización de nanopartículas de ferrita de cobalto a 300 K.

De la curva de magnetización de las nanopartículas de ferrita de cobalto se obtuvieron parámetros magnéticos tales como la magnetización de saturación (MS), la magnetización remanente (MR) y la coercitividad (HC); los cuales son presentados en la Tabla 2 conjunto con valores encontrados en otros estudios.

Parámetro	Investigación	Raut et al.	Houshiar et al.
Ms (emu/g)	57.8	65.6	55.8
MR (emu/g)	9.30	71.9	25
Hc (Oe)	261.28	1116.9	850

Table 3 Parámetros magnéticos y diámetro del núcleo magnético de la ferrita de cobalto.

Los resultados obtenidos muestran que la magnetización remanente es

inferior a los datos encontrados en la literatura, lo que indica que la magnetización de las nanopartículas sintetizadas en esta investigación presenta mayor facilidad para alinearse a lo largo del eje después de la eliminación del campo aplicado (Sharma et al., 2016). En los estudios realizados por Raut et al. (Raut, Barkule, Shengule, & Jadhav, 2014) y Houshiar et al. (Houshiar, Mahboubbeh, Fatemeh Zebhi b, Zahra Jafari Razi a, Ali Alidoust a, 2010), se obtuvieron tamaños de nanopartículas promedio de 52 y 49.5 nm, respectivamente, al observar los valores de la coercitividad y el tamaño promedio de partícula se puede afirmar que la coercitividad es directamente proporcional con el tamaño de partícula (Houshiar, Mahboubbeh, Fatemeh Zebhi b, Zahra Jafari Razi a, Ali Alidoust a, 2010). Dado que se logró una magnetización de saturación alta y baja coercitividad, las nanopartículas de ferrita de cobalto sintetizadas se consideran aptas para medios de grabación (Vinosha et al., 2016) (Sharma et al., 2016).

Por otra parte, con la caracterización efectuada a las fibras modificadas se logró confirmar la incorporación de las nanopartículas en el lumen de la fibra y la adherencia de estas sobre la superficie de la misma, Figura 3. Los parámetros magnéticos de las fibras modificadas revelan una magnetización de saturación de hasta aproximadamente 8.0 emu/g, y una coercitividad superior a 200 Oe, por lo que las fibras se podrían emplear en futuras aplicaciones como material de grabación magnética (Chia et al., 2008). Asimismo, se encontró que el efecto influyente sobre la

modificación de las fibras fue la dosis de nanopartículas empleada, y se pudo establecer que existe una relación lineal positiva entre las propiedades magnéticas y el grado de carga de las fibras, Figura 4. Adicionalmente, se estableció que los valores más altos de magnetización de saturación y carga de material magnético se logró en las pruebas con mayor dosis de nanopartículas y tiempo de agitación

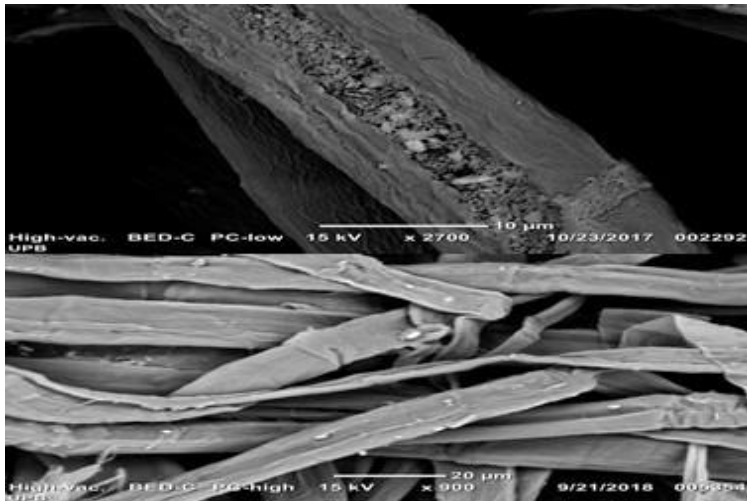


Ilustración 8 Micrografía electrónica de barrido de las fibras de eucalipto modificadas con nanopartículas de ferrita de cobalto.

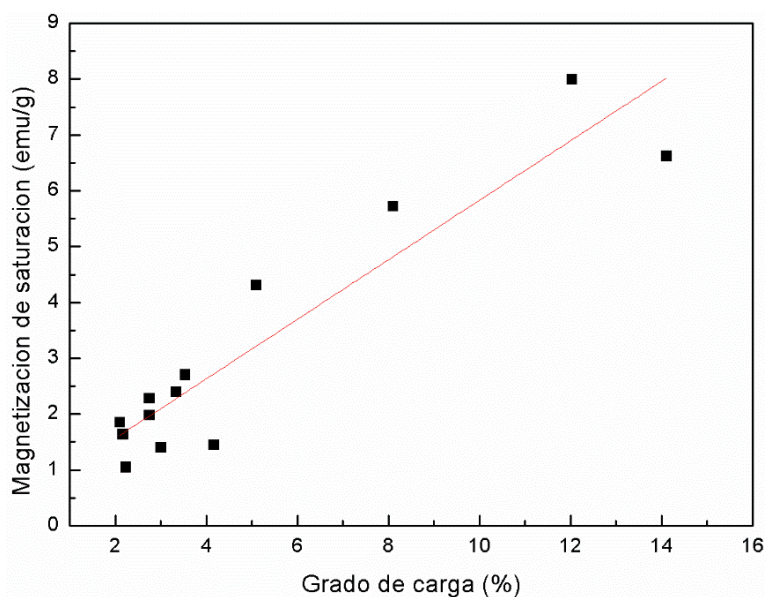


Ilustración 9 Magnetización de saturación vs. grado de carga.

Referencias

- Ceccon, Eliane; Martinez-Ramoz, M. (1999). Aspectos ambientales referentes al establecimiento de plantaciones de eucalipto de gran escala en áreas tropicales: aplicación al caso de México. *Interciencia*, 24, 352–359.
- Chamé, K. F. (2013). Síntesis y Caracterización de Nanopartículas Magnéticas. Tesis de Maestría, 87. Retrieved from <http://biblioteca.cio.mx/tesis/15611.pdf>
- Chantrell, R., Popplewell, J., & Charles, S. (1978). Measurements of particle size distribution parameters in ferrofluids. *IEEE Transactions on Magnetism*, 14(5), 975–977. <https://doi.org/10.1109/TMAG.1978.1059918>
- Chia, C. H., Zakaria, S., Goh, S. C., & Chan, C. H. (2013). Layer by layer deposition of CoFe₂O₄ nanocrystals onto unbleached pulp fibres for producing magnetic paper. *The Lancet Neurology*, 12(12), 1138. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(13\)70270-9](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70270-9)
- Chia, C. H., Zakaria, S., Nguyen, K. L., & Abdullah, M. (2008). Utilisation of unbleached kenaf fibers for the preparation of magnetic paper. *Industrial Crops and Products*, 28(3), 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.03.012>
- Houshiar, Mahboubeh, Fatemeh Zebhi b, Zahra Jafari Razi a, Ali Alidoust a, Z. A. a. (2010). Synthesis of cobalt ferrite (CoFe₂O₄) nanoparticles using combustion, coprecipitation, and precipitation methods: A comparison study of size, structural, and magnetic properties. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 322, 2386–2389.

<https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2010.08.016>

Kim, D. H., & Song, Y. S. (2015). Rheological behavior of cellulose nanowhisker suspension under magnetic field. *Carbohydrate Polymers*, 126, 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.03.026>

Marchessault, R. H., Rioux, P., & Raymond, L. (1992). Magnetic cellulose fibres and paper: preparation, processing and properties. *Polymer*, 33(19), 4024–4028. [https://doi.org/10.1016/0032-3861\(92\)90600-2](https://doi.org/10.1016/0032-3861(92)90600-2)

Márquez, G. (2014). Síntesis y Caracterización de Nanopartículas Magnéticas de Ferritas y Cromitas de Co, Mn y Ni, (August), 178. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3841.2009>

Montes de Oca, J., Chuquisengo, L., & Alarcón, H. (2010). Síntesis y caracterización de nanopartículas de ferrita de cobalto obtenidas por el proceso sol-gel. *Revista Sociedad Química Perú*, 76(4), 400–406.

Qiu, X., & Hu, S. (2013). “Smart” materials based on cellulose: A review of the preparations, properties, and applications. *Materials*, 6(3), 738–781. <https://doi.org/10.3390/ma6030738>

Raut, A. V., Barkule, R. S., Shengule, D. R., & Jadhav, K. M. (2014). Synthesis, structural investigation and magnetic properties of Zn ²⁺ substituted cobalt ferrite nanoparticles prepared by the sol-gel auto-combustion technique. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 358–359, 87–92. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2014.01.039>

Restrepo, C., & Alviar, M. (2010). Tasa de descuento y rotación forestal: el caso del Eucalyptus Saligna. *Lecturas de Economía*, Julio-Dic (73), 149–164.

Retrieved from <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/lecturasdecono>

mia/article/view/ 7869/7410

Ruiz, P. (2016). "Nanopartículas Magnéticas para Tratamiento y Diagnóstico de Cáncer." Retrieved from http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/PAULA_RUIZ_BRIONES.pdf

Sharma, R., Thakur, P., Kumar, M., Thakur, N., Negi, N. S., Sharma, P., & Sharma, V. (2016). Improvement in magnetic behaviour of cobalt doped magnesium zinc nano- ferrites via co-precipitation route. *Journal of Alloys and Compounds*, 684, 569–581. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.05.200>

Vinoshia, A., Mely, A., JeronsiaJ, E., Raja, K., Sahaya Tamilarasi, Q., Fernandez, A. christina, ... Das, J. (2016). Investigation of optical, electrical and magnetic properties of cobalt ferrite nanoparticles by naive co-precipitation technique. *Optik - International Journal for Light and Electron Optics*, 127(20), 9917–9925. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2016.07.063>

Wu, W. B., Jing, Y., Gong, M. R., Zhou, X.-F., & Dai, H. Q. (2011). Preparation and Properties of Magnetic Cellulose Fiber Composites. *BioResources*, 6(3), 3396–3409. <https://doi.org/10.15376/biores.6.3.3396-3409>

2.1.6 Síntesis de pirazolo[3,4-b]piridin-6-onas bajo irradiación de microondas empleando silica gel como soporte sólido

Camilo Serrano¹⁷, Kevin Salamanca¹⁸, Jaime Portilla¹⁹, Justo Cobo²⁰, José Martínez²¹, Hugo Rojas²², Juan Castillo^{23,*}, Diana Becerra^{24,*}

Palabras clave: 3-aril-2-cianoacrilamida, 5-aminopirazol, pirazolo[3,4-b]piridin-6-ona, irradiación de microondas, soporte sólido.

OBJETIVO GENERAL.

Estudiar la secuencia adición de Michael/transamidación intramolecular para la síntesis de 4-aril-5-cianopirazolo[3,4-b]piridin-6-onas a partir de 5-aminopirazoles N-sustituidos y 3-aril-2-cianoacrilamidas bajo irradiación de microondas empleando silica gel como soporte sólido.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1. Optimizar las condiciones de reacción para la síntesis de 3-aril-2-cianoacrilamidas mediante la condensación de

¹⁷Estudiante de Química, Grupo de Catálisis, Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia, camilo.serrano01@uptc.edu.co

¹⁸Estudiante de Química, Grupo de Catálisis, Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia, kevin.salamanca01@uptc.edu.co

¹⁹Doctor en Ciencias Químicas, Grupo de Investigación en Compuestos Bio-orgánicos, Departamento de Química, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, jportill@uniandes.edu.co

²⁰Doctor en Ciencias Químicas, Grupo de Investigación en Compuestos de interés Biológico, Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, Universidad de Jaén, Jaén, España, jcobo@ujaen.es

²¹Doctor en Ciencias Químicas, Grupo de Catálisis, Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia, jose.martinez@uptc.edu.co

²²Doctor en Ciencias Químicas, Grupo de Catálisis de la UPTC, Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia, hugo.rojas@uptc.edu.co

²³Doctor en Ciencias Químicas, Grupo de Catálisis, Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia, juan.castillo06@uptc.edu.co

²⁴Doctor en Ciencias Químicas, Grupo de Catálisis, Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia, diana.becerra08@uptc.edu.co

Knoevenagel catalizada por base entre cianoacetamida y diversos aldehídos (hetero)aromáticos.

OBJETIVO ESPECÍFICO 2. Optimizar las condiciones de reacción para la síntesis de 4- aril-5-cianopirazolo[3,4-b]piridin-6-onas a partir de 3-aril-2-cianoacrilamidas y 5- aminopirazoles N-sustituídos bajo irradiación de microondas empleando silica gel como soporte sólido.

OBJETIVO ESPECÍFICO 3. Realizar la caracterización de las 3-aril-2-cianoacrilamidas y 4-aril-5-cianopirazolo[3,4-b]piridin-6-onas por espectroscopía de RMN ^1H y ^{13}C , espectrometría de masas y difracción de rayos-X en caso de obtener monocristales.

METODOLOGÍA

La síntesis de pirazolo[3,4-b]piridin-6-onas es de gran interés en la química medicinal debido a que los heterociclos fusionados a un anillo de piridina están presentes en medicamentos comercialmente disponibles y compuestos de origen natural con diversas propiedades biológicas como vasodilatadores, hipotensores, antiinflamatorios, analgésicos, agentes antipiréticos, entre otros.[1] Los métodos tradicionales para la síntesis de pirazolo[3,4-b]piridin-6-onas involucran reacciones de condensación y ciclación de 5- aminopirazoles con compuestos β -dicarbonílicos y α,β -insaturados.[2] Sin embargo, la mayoría de estos protocolos requieren de un calentamiento prolongado a altas temperaturas, largos tiempos de reacción, el uso de líquidos iónicos y catalizadores tóxicos e inestables.

[3] En la actualidad, existen muy pocos reportes de metodologías eco-compatibles que conduzcan a la obtención de pirazolo[3,4-b]piridin-6-

onas. Recientemente, el uso de silica gel como soporte sólido bajo irradiación de microondas ha sido empleado eficazmente para la síntesis de amidas usando ácidos carboxílicos no activados y aminas alifáticas y aromáticas como materiales de partida.[4] Debido a nuestro interés en la síntesis de compuestos N-heterocíclicos con potencial biológico mediante metodologías eco- compatibles bajo irradiación de microondas,[5] decidimos estudiar la secuencia de reacción adición de Michael/transamidación intramolecular para la síntesis de 4-aril-5-cianopirazolo[3,4-b]piridin-6-onas a partir de 5-aminopirazoles N-sustituídos y 3-aril-2- cianoacrilamidas bajo irradiación de microondas empleando silica gel como soporte sólido. Inicialmente, se estudió la condensación de Knoevenagel entre p-clorobenzaldehído 1a (0.25 mmol) con cianoacetamida 2a (0.25 mmol) modificando condiciones de reacción como el disolvente (EtOH, MeCN y p-dioxano), la temperatura (t.a, 40 y 60 °C), la base (NaOH, Cs₂CO₃, CH₃COONa, Et₃N y piperidina) y la proporción de la base (10, 20, 30 y 50% mol). En este sentido, la (E)-2-ciano-3-(4-clorofenil) acrilamida 3a se obtuvo con un rendimiento del 98% usando Et₃N (30% mol) como base orgánica y etanol como disolvente a temperatura ambiente por 3 h. Por este motivo, este protocolo catalítico se aplicó con éxito a la reacción de Knoevenagel entre aldehídos aromáticos 1a–k y cianoacetamida 2 en etanol a temperatura ambiente por 3–24 h, obteniéndose las 3-aril-2-cianoacrilamidas 3a–k en buenos a excelentes rendimientos (54–98%). Por último, las 3-aril-2- cianoacrilamidas 3a–k se someterán al National Cancer Institute (NCI) de los Estados Unidos para evaluar su actividad antitumoral in vitro frente a 60 líneas celulares

tumorales humanas debido a su importancia en la química medicinal.

En un primer acercamiento a la obtención de 4-aril-5-cianopirazolo[3,4-b]piridin-6-onas **5**, se planteó una reacción bicomponente libre de disolvente de 3-aril-2-cianoacrilamidas **3** con 3-metil-1-fenil-1H-pirazol-5-amina **4**. Inicialmente, una mezcla de (E)-2-ciano-3-(4-metoxifenil)acrilamida **3b** (0.25 mmol), 5-aminopirazol N-sustituido **4** (0.25 mmol) y silica gel (300 mg) se sometió a irradiación de microondas en ausencia de disolvente a 140 °C por 15 min hasta que los precursores no fueron detectados por CCD. Posteriormente, la mezcla se dejó enfriar a temperatura ambiente y el soporte sólido se lavó con etanol. Luego de realizar el análisis por técnicas espectroscópicas de RMN se determinó la formación de la pirazolo[3,4-b]piridin-6-ona **5b** con un rendimiento del 61%. Posteriormente, se exploró el alcance de este protocolo con las 3-aril-2-cianoacrilamidas **3a** y **3c** generando las correspondientes pirazolo[3,4-b]piridin-6-onas **5a** y **5c** con rendimientos del 50% y 58%, respectivamente. Para confirmar la estructura de las pirazolo[3,4-b]piridin-6-onas, se obtuvieron monocristales del producto **5b** mediante la técnica de disolución en DMF y evaporación lenta a temperatura ambiente. El estudio por difracción de rayos-X corroboró la estructura propuesta de los productos **5**.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un protocolo simple y eficiente para la síntesis de 3-aril-2-cianoacrilamidas en buenos a excelentes rendimientos (54–98%)

empleando una reacción de Knoevenagel catalizada por trietilamina (30% mol). Adicionalmente, se desarrolló una novedosa estrategia para la síntesis de 4-aril-5-cianopirazolo[3,4-b]piridin-6-onas usando irradiación de microondas y sílica gel como soporte sólido. Este protocolo presenta importantes ventajas frente a las metodologías ya reportadas, tales como (a) tiempos de reacción más cortos, (b) reutilización del soporte sólido, (c) ausencia de disolvente, y (d) la purificación se realiza mediante filtración y/o recristalización

REFERENCIAS

- [1] Chioua, M., Samadi, A., Soriano, E., Lozach, O., Meijer, L., Marco-Contelles, J. (2009). Synthesis and biological evaluation of 3,6-diamino-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridine derivatives as protein kinase inhibitors. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 19, 4566–4569.
- [2] Zhang, X.-Y., Li, X.-Y., Fan, X.-S., Wang, X., Qu, G.-R., Wang, J.-J. (2009). Novel and efficient synthesis of pyrazolo[3,4-b]pyridin-6-ones or their hydrogenated derivatives through one-pot reaction in ionic liquid. *Heterocycles*, 78, 923–936.
- [3] Zhang, X.-Y., Li, X.-Y., Fan, X.-S., Wang, X., Qu, G.-R., Wang, J.-J. (2008). An alternative preparation of pyrazolo-pyridine derivatives in ionic liquid and comparison study on the reactivity of thioamide and amide group. *Heterocycles*, 75, 3065–3075.
- [4] Ojeda-Porras, A., Hernández-Santana, A., Gamba-Sánchez, D. (2015). Direct amidation of carboxylic acids with amines under microwave irradiation using silica gel as a solid support. *Green Chem.*, 17, 3157–3163.

- [5] Andrés Charris-Molina, A., Castillo, J.-C., Macías, M., Portilla, J. (2017). One-step synthesis of fully functionalized pyrazolo[3,4-b]pyridines via isobenzofuranone ring opening. J. Org. Chem., 82, 12674–12681.

2.1.7 Amidación directa de ácidos carboxílicos no activados con aminas (hetero)aromáticas catalizada por cloruro de niobio (V)

Cristian Tocancipá²⁵, Jaime Portilla²⁶, José Martínez²⁷, Hugo Rojas²⁸, Juan Castillo^{29*}, Diana Becerra^{30*}

Palabras clave: amina hetero(aromática), ácido carboxílico, amidación directa, cloruro de niobio (V)

OBJETIVO GENERAL. Estudiar la reacción de amidación catalítica a partir de ácidos carboxílicos no activados y aminas para la obtención de amidas de interés biológico.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1. Optimizar las condiciones de reacción para la síntesis de amidas secundarias y terciarias evaluando el uso de catalizadores homogéneos y heterogéneos.

OBJETIVO ESPECÍFICO 2. Realizar la completa caracterización de las amidas por espectroscopía de IR, RMN ¹H y ¹³C, espectrometría de masas y difracción de rayos-X en caso de obtener monocristales.

²⁵Estudiante de Química, Grupo de Catálisis, Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, cristian.tocancipa@uptc.edu.co

²⁶Doctor en Ciencias Químicas, Grupo de Investigación en Compuestos Bio-orgánicos, Departamento de Química, Universidad de los Andes, Bogotá, jportill@uniandes.edu.co

²⁷Doctor en Ciencias Químicas, Grupo de Catálisis, Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, jose.martinez@uptc.edu.co

²⁸Doctor en Ciencias Químicas, Grupo de Catálisis de la UPTC, Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, hugo.rojas@uptc.edu.co

²⁹Doctor en Ciencias Químicas, Grupo de Catálisis, Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, juan.castillo06@uptc.edu.co

³⁰Doctor en Ciencias Químicas, Grupo de Catálisis, Escuela de Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, diana.becerra08@uptc.edu.co

METODOLOGÍA

En la actualidad, existen dos métodos convencionales para las reacciones de amidación: (a) una secuencia de dos pasos que involucra la aminólisis de derivados de ácido carboxílico activados tales como ésteres, anhídridos y cloruros de ácido, y (b) la activación in situ de ácidos carboxílicos con cantidades estequiométricas de reactivos de acoplamiento peptídico como carbodiimidas y sales de fosfonio.[1,2] En los últimos años, el uso de catalizadores homogéneos y heterogéneos tales como sales metálicas del grupo IV, sales de metales de transición y compuestos organoborados han permitido que la amidación directa ocurra a temperaturas más bajas y tiempos de reacción más cortos. Sin embargo, la implementación de estas reacciones catalíticas a escala industrial no ha sido favorable debido a su baja reactividad con sustratos funcionalizados, condiciones de alta dilución y el uso de grandes cantidades de tamices moleculares (0.8 a 2.5 kg/mol)] (ver figura 1A).[3,4] En general, la mayoría de los protocolos catalíticos homogéneos y heterogéneos para una amidación directa requieren de un calentamiento prolongado a altas temperaturas, largos tiempos de reacción (>24 h), el uso de catalizadores costosos, tóxicos e inestables en presencia de aire, y la utilización de protocolos que involucren condiciones anhidras como el uso de una trampa Dean-Stark, tamices moleculares y/o agentes desecantes, los cuales permiten la obtención de las amidas en mejores rendimientos y tiempos de reacción cortos. En la actualidad, existen muy pocos reportes de amidaciones catalíticas usando ácidos carboxílicos no activados (ácidos alifáticos) y aminas con baja nucleofilia (aminas aromáticas y heteroaromáticas) empleando temperaturas

moderadas ($<120\text{ }^{\circ}\text{C}$), tiempos de reacción cortos ($<24\text{ h}$) y cargas de catalizador bajas ($<10\%$ mol). Inicialmente, se estudió la amidación directa del ácido esteárico 1a (0.20 mmol) con p-toluidina 2a (0.20 mmol) modificando condiciones de reacción tales como la polaridad del solvente (THF, MeCN, p- dioxano y PhMe), la temperatura (70, 90 y $110\text{ }^{\circ}\text{C}$), el catalizador (CeO_2 , $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{LaCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, AlCl_3 , $\text{Ti}(\text{OiPr})_4$, $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, CrO_3 , $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Nb_2O_5 y NbCl_5) y la carga del catalizador (2, 5 y 10% mol). El rendimiento se cuantificó mediante un análisis del crudo de reacción por RMN ^1H usando dibromometano como estándar interno. En este sentido, la amida 3a se obtuvo con un rendimiento cuantitativo usando NbCl_5 (5% mol) como catalizador y tolueno (PhMe) como solvente en un baño de arena a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 h (ver figura 1B). Es importante mencionar que no se encontraron reportes acerca de una amidación catalizada por NbCl_5 entre ácidos carboxílicos no activados y aminas (hetero)aromáticas. Por este motivo, este protocolo catalítico se aplicó con éxito a la amidación directa de ácidos alifáticos, aromáticos y heteroaromáticos 1a–e con aminas primarias, secundarias y heterocíclicas 2a–g en 2.0 mL de tolueno (PhMe) y agitación a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 12–24 h, obteniéndose las amidas 3a–l en buenos a excelentes rendimientos (56–98%) y en ausencia de condiciones anhidras. Para nuestra satisfacción, las aminas primarias y secundarias con alta nucleofilia (bencilaminas, aminas alifáticas acíclicas y cíclicas) condujeron a las amidas en tiempos de reacción más cortos ($\sim 12\text{ h}$). Debido a la

importancia del enlace amida en la química medicinal y la industria farmacéutica, las amidas 3a-I se someterán al National Cancer Institute (NCI) de los Estados Unidos para evaluar su actividad antitumoral in vitro frente a 60 líneas celulares tumorales humanas

CONCLUSIONES

Se desarrolló una metodología de amidación directa y catalizada por cloruro de niobio (V) con innumerables ventajas sobre los métodos de amidación ya reportados, tales como (a) la utilización de un catalizador de baja toxicidad y comercialmente disponible, (b) el protocolo ocurre con una alta eficiencia, (c) el alcance del sustrato es amplio, y (d) las amidas pueden aislarse mediante un proceso de filtración.

REFERENCIAS

- [1] Pattabiraman, V. R., Bode, J. W. (2011). Rethinking amide bond synthesis. *Nature*, 480, 471–479.
- [2] Constable, D. J. C., Dunn, P. J., Hayler, J. D., Humphrey, G. R., Leazer, J. L., Linderman, R. J., Lorenz, K., Manley, J., Pearlman, B. A., Wells, A., Zaks, A., y Zhang, T. Y. (2007). Key green chemistry research areas—a perspective from pharmaceutical manufacturers. *Green Chem.*, 9, 411–420.
- [3] Lanigan, R. M., Sheppard, T. D. (2013). Recent developments in amide synthesis: direct amidation of carboxylic acids and transamidation reactions. *Eur. J. Org. Chem.*, 2013, 7453–7465.
- [4] Krause, T., Baader, S., Erb, B., Gooßen, L. J. (2016). Atom-economic

catalytic amide synthesis from amines and carboxylic acids activated in situ with acetylenes. Nat. Commun., 7, 11732–11739.

2.1.8 Propiedades magnéticas en el sistema $\text{Bi}_{1-x}\text{Sm}_x\text{FeO}_3$ ($x = 0.04$ y 0.07) para potencial aplicación en memorias y conmutadores

J.D.Londoño³¹, S. Segura Peña³²

Palabras clave: Memoria, Conmutador, BiFeO_3 , Ferromagnético, Histéresis, Polarización magnética.

OBJETIVO GENERAL

- Caracterización magnética de la ferrita de bismuto $\text{Bi}_{1-x}\text{Sm}_x\text{FeO}_3$ ($x = 0.04$ y 0.07).

OBJETIVO ESPECIFICOS

- caracterizar magnéticamente por curvas M-H.
- Clasificar las propiedades aptas para aplicación en diseño de memorias y conmutadores.

DISEÑO METODOLOGICO

Este proyecto será ejecutado de acuerdo con las siguientes etapas o actividades:

- Recopilación de material de apoyo bibliográfico para revisión de distintos fenómenos que se presentan al trabajar con el sistema de ferrita de bismuto, específicamente $\text{Bi}_{1-x}\text{Sm}_x\text{FeO}_3$.

³¹Bachiller, Estudiante, Tunja, juan.suarezl@usantoto.edu.co.

³²Maestría Ciencias físicas, Docente, Tunja, sully.segura01@usantoto.edu.co.

- Sintetizada muestra $\text{Bi}_{0.96} \text{Sm}_{0.04} \text{Fe O}_3$ y $\text{Bi}_{0.93} \text{Sm}_{0.07} \text{Fe O}_3$ mediante el método de reacción de estado sólido.
- Análisis de la respuesta magnética dependiente de la temperatura (Magnetización vs Temperatura). Para investigar la naturaleza del ferromagnetismo en el sistema se realizarán las medidas magnéticas enfriando las muestras sin campo (ZFC) y enfriando la muestra con campo (FC) en el rango de temperaturas de 50 a 300K.
- Comparación y análisis de resultados.
- Clasificación de las propiedades aptas para aplicación en diseño de memorias y conmutadores.
- Elaboración y entrega del informe final.

Etapa 1. Síntesis del material técnica Reacción de estado sólido

Es el método más usado para la preparación de materiales policristalinos desde una mezcla de materiales sólidos iniciales, otorgando ventajas como la facilidad de purificación, alto rendimiento y fácil eliminación de contaminantes. El procedimiento experimental es el siguiente:

Reactivos: Se realizan los diferentes cálculos estequiométricos, con el fin de conocer las cantidades de reactivos a usar en la preparación de la cerámica.

Mesclado: En un mortero de ágata se realiza la pulverización y mezclado de los reactivos.

Material contenedor: Se presan los reactivos ya mezclados en una pastilla.

Tratamiento térmico: La pastilla se somete finalmente a altas temperaturas, esta temperatura de acuerdo a la cerámica. Si es necesario

para mejorar el nivel de pureza de la muestra la pastilla se puede fraccionar en el mortero de ágata y repetir desde el mesclado del material [CITATION Aki95 \l 3082].

Etapa 2. Determinación de las propiedades magnéticas y eléctricas. Curvas de imantación

En materiales ferromagnéticos los momentos magnéticos, a escala atómica, están todos alineados. Sin embargo, a escala macroscópica, el momento magnético de la muestra puede ser muy inferior al momento de saturación. Es por ello que es necesario aplicar un campo magnético exterior para provocar la imantación del ferromagnético y alcanzar la saturación. Bajo este principio trabaja el magnetómetro, el cual se usa para realizar las mediciones de la magnetización dentro un campo magnético variable a temperaturas específicas [CITATION ASp10 \l 3082].

RESULTADOS

Ambos ciclos de histéresis magnéticos (M-H) para los sistemas de Perovskita [CITATION CTa17 \l 3082] $\text{Bi}_{1-x}\text{Sm}_x\text{FeO}_3$ ($x = 0.04$ and 0.07) tomados a temperatura ambiente y a 50 K, muestran una magnetización remanente muy delgada, pero no es totalmente cero como se muestra en la Figura 1 y la Figura 2. Los sistemas con las muestras de samario exhiben una magnetización remanente más alta y un menor campo coercitivo, de esta manera, es posible inferir que la sustitución del samario en el espacio-A influye en las propiedades magnéticas del sistema BFO.

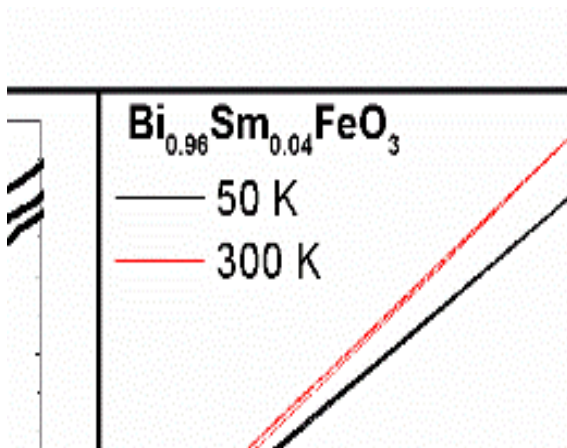


Ilustración 10 Curvas de histéresis M-H características del sistema $\text{Bi}_{0.96}\text{Sm}_{0.04}\text{FeO}_3$ a 50 K (línea roja) y 300 K (línea negra).

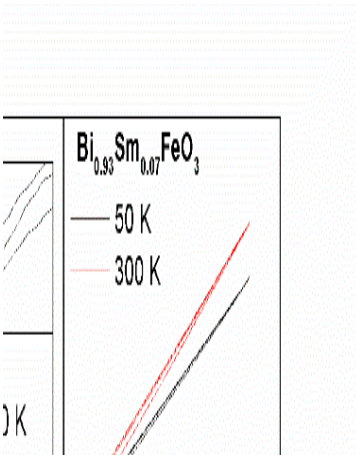


Ilustración 11 Curvas de histéresis M-H características del sistema $\text{Bi}_{0.93}\text{Sm}_{0.07}\text{FeO}_3$ a 50 K (línea roja) y 300 K (línea negra).

Como puede verse en la Tabla 1, los campos magnéticos remanentes son mayores respecto a la concentración de Sm, pero el campo coercitivo decrece con dicha concentración. El radio iónico del Sm^{+3} es más bajo en comparación con el del Bi^{3+} . El dopaje con estos elementos de tierras raras afecta los enlaces entre Bi-O y Fe-O, de acuerdo con los reportes de Gómez y sus colaboradores [CITATION Mej15 \l 3082].

X	T= 50 K		T= 300K	
	HC(Oe)	Mr (emu/g)	HC (Oe)	Mr (emu/g)
0.0		0.001919	296	0.0035
26				
2				
0.0		0.003015	80	0.0059
79				

Table 4 Valores magnéticos obtenidos para el Bix-1Sm0xFeO3.

La Figura 3 y la Figura 4 muestran las gráficas de magnetización en función de la temperatura para las muestras 0.04 y 0.07 respectivamente, con un campo constante de 5000 Oe. Si comparamos ambas muestras se puede observar que la muestra 0.04 es ferromagnética, pero la muestra 0.07 muestra un estado ferromagnético débil que se transforma en anti-ferromagnético a 130 K; este comportamiento ha sido reportado por Zatsiupa A [CITATION Zat13 \l 3082].

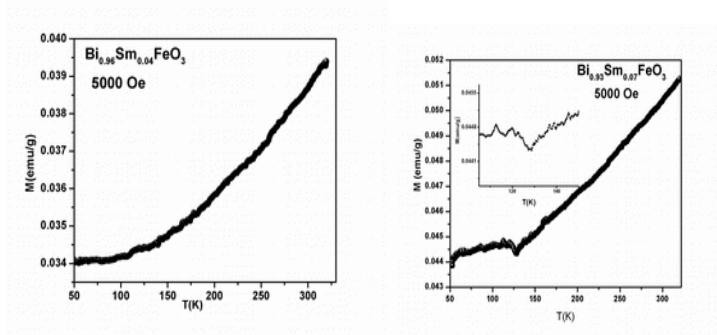


Ilustración 12 Curvas ZFC para la muestra Bi0.96Sm0.04FeO3 a 5000 Oe.

CONCLUSIONES

La respuesta magnética corresponde a el comportamiento típico de los materiales de BiFeO3. Se encontró que el campo magnético remanente incrementa dependiendo de la concentración de Sm, sin embargo, el campo coercitivo decrece con las concentraciones de Sm.

Una curva de histéresis presenta propiedades más favorables para su aplicación en almacenamiento de datos y el en memorias entre más amplio sea su campo coercitivo, por el otro lado, entre menos campo coercitivo tenga, sus aplicaciones tenderán más a

Conmutaciones veloces [CITATION Sco09 \l 3082].

BIBLIOGRAFÍA

Mejía Gómez, J. A., Supelano García, G. I., Palacio, C. A., & Parra Vargas, C. A. (2015). Production and structural and magnetic characterization of a Bi1-xYxFeO3 (X= 0, 0.25 and 0.30) system. Journal of Physics: Conference Series, 6.

A. Spaldin, N. (2010). Magnetic Materials Fundamentals and Applications. New York: Cambridge University Press.

Akio, I., & Isao, F. (1995). Fabrication of polycrystal line, transparent YAG ceramics by a solid-state state reaction method. Journal of the American Ceramic Society, 4.

Scott, J., & Catalan, G. (2009). Physics and Applications of Bismuth Ferrite. Advanced Materials, 2463–2485.

Tablero, C. (2017). An evaluation of BiFeO₃ as a photovoltaic material. Elsevier, 161-165.

Zatsiupa, A. A., Bashkirov, L. A., Troyanchuk, I. O., Petrov, G. S., Galyas, A. I., Lobanovskii, L. S., . . . Sirota, I. M. (2013). Magnetization, magnetic susceptibility, and effective magnetic moment of the Fe³⁺ ions in Bi₂Fe₄O₉. Neorganicheskie Materialy, 4

2.1.9 Uso de biofloculantes derivados de celulosa extraída de biomasa residual para tratamiento de aguas residuales.

Lucía Marlen Moreno B.^{33*}, Efren de Jesús Muñoz P.^{34 *}, Oscar J. Medina Vargas.^{35*}

Palabras clave. Biofloculante, biosorción, biosorbente, celulosa, celulosa sulfonada, metales pesados.

En procesos de purificación de aguas residuales, la utilización de polímeros naturales resulta ser muy atractiva por su menor costo y menor uso de materiales no renovables como el petróleo, en comparación con los sintéticos. En este trabajo se obtuvo celulosa modificada con grupos aniónicos sulfonatos, que han demostrado ser eficientes en la remoción de metales pesados, los cuales se encuentran en aguas de minería, con pH bajos, facilitando así el lavado de los suelos y movilización de estos metales hacia aguas de fuentes hídricas, en este caso aguas residuales de la mina La Carbonera del municipio de Samacá. El objetivo de este trabajo fue funcionalizar la celulosa extraída de residuos agroindustriales, para remoción de cadmio y plomo en aguas residuales de la mina “La Carbonera”

³³Grupo de Investigación DANUM, Facultad de Ciencias, Doctorado en Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Estudiante de doctorado, Tunja, Colombia.
*lucia.moreno@uptc.edu.co

³⁴ Grupo de Investigación DANUM, Facultad de Ciencias, Doctorado en Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Docente, Tunja, Colombia.
*efren17@gmail.com

³⁵ Grupo de Investigación GIQTA, Facultad de Ciencias, Doctorado en Ciencias Químicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Docente, Tunja, Colombia.
*Oscar.medina@uptc.edu.co

de Samacá-Boyacá, para su logro, se partió de celulosa la cual se extrajo mediante una hidrólisis básica. La celulosa se modificó por procesos de oxidación y sustitución de grupos hidroxilo; el producto sintetizado se utilizó como adsorbente, para determinar la eficiencia en remoción de metales pesados, se utilizó la técnica de espectroscopia de absorción atómica (EAA), observando que la mayor eficiencia se da a la condición de 100 mL de agua residual con 100 mg de adsorbente, el valor de menor concentración de metales pesados, de cadmio y plomo, fueron para cadmio del 0,001 mg/l y para plomo 0,007 mg/l, mostrando que la efectividad de remoción de metales pesados en aguas residuales, fue exitosa. El adsorbente obtenido, fue eficiente y óptimo, ya que las condiciones a las que se manejó la funcionalización sirvieron para obtener resultados mejorados en comparación con otros autores. Se removió más del 80% de contenido de metales pesados en la muestra de agua residual.

Los productos químicos utilizados actualmente para el tratamiento de aguas residuales se basan principalmente en compuestos orgánicos o inorgánicos sintéticos. Los polielectrolitos derivados del petróleo se utilizan para la eliminación de sólidos coloidales de las aguas residuales mediante floculación y coagulación, y para remoción de metales pesados o materia orgánica recalcitrante se utilizan los adsorbentes de carbón activado.

Muchos de estos químicos han asociado impactos negativos en la salud, y el uso de carbón activado ha demostrado ser costoso. Además, los productos químicos sintéticos actuales no son fácilmente biodegradables o

renovables. Por lo tanto, existe una gran demanda de productos químicos "verdes" para el agua que podrían ofrecer una solución sostenible para lograr un alto rendimiento y una purificación de agua barata.

Las celulosas modificadas químicamente se ven como biofloculantes promisorios y con la ventaja que son productos biodegradables. En el presente trabajo se trabajó con celulosas extraídas de residuos de ajo, cebolla y piña recogidos en la plaza de mercado del norte de la ciudad de Tunja. Se realizó la extracción mediante hidrólisis básica seguida de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno y posterior funcionalización para conseguir dos celulosas tipo aniónicas (ácido dicarboxílico, DCC y ADAC sulfonada), que se utilizaron como floculantes en el tratamiento coagulación-floculación de aguas residuales de la ciudad de Paipa y en aguas de la mina la Carbonera del municipio de Samacá respectivamente.

Las celulosas DCC en un proceso combinado coagulación-floculación mostro un buen desempeño junto con el coagulante sulfato de aluminio, en la reducción de la turbidez y la demanda química de oxígeno (DQO) de aguas residuales, a pH ácidos, neutros y a temperatura ambiente. La celulosa sulfonada (ADAC) se usó para la remoción de plomo

(II) y Cadmio (II) de aguas de la mina La Carbonera del municipio de Samacá, las cuáles se les determino el contenido de cadmio (12,45 mg/L) y plomo (2,30 mg/L) por absorción atómica; estos resultados indicaron que las aguas residuales de esta mina presentaban altos contenidos de estos dos metales pesados de acuerdo a la resolución 615 (MADS.,2015) para vertimientos a fuentes de agua.

Muestras		A1	A2	A3
CANTIDAD ADAC (mg)	Valoración	25	50	100
Cadmio (mg/L)	inicial	12,45	12,45	12,45
	Final	0,003	0,004	0,001
	% Rem	96	68	98
Plomo (mg/L)	Inicial	2,30	2,30	2,30
	Final	0,005	0,009	0,007
	% Rem	79	61	70

Table 5 Porcentajes de Cd y Pb removidos por acción de la celulosa sulfonada (ADAC).

Para la remoción de metales pesados se tomaron 3 muestras de 100 mL de agua de la mina La Carbonera y se les agrego por triplicado tres diferentes concentraciones de ADAC como se reporta en la tabla 1.

La cantidad de plomo y cadmio que se adsorbió por unidad de masa de ADAC es reportada en la tabla 1, observando que la mayor eficiencia se da a la condición de 100 mL de muestra de agua residual con 100 mg de ADAC correspondiente a la alícuota 3 (A3); de esta manera el valor de menor concentración de metales pesados y mayor porcentaje de remoción, son para cadmio del 98 % y para plomo del 70% , con estas cifras se puede ver que efectivamente hubo remoción de metales y que incluso a la menor cantidad de ADAC se aprecia buena eficiencia en la disminución de estos metales pesados.

A la vista de los resultados de este proyecto y su comparación con resultados previos, se puede asumir que el procedimiento aquí establecido, es confiable y promisorio para atender la tarea de potabilización o purificación de aguas que resultan de las actividades mineras en Boyacá. No obstante, es necesario completar los resultados mediante un estudio cinético y termodinámico posteriores, en los que no solo se midan los parámetros termodinámicos que acompañan tanto al material obtenido, sino también a la cinética de adsorción de los metales, por las ecuaciones que conducen a las Isotermas de Langmuir y de Freundlich (Rivas et al., 2013)

Los valores de remoción de cadmio y plomo obtenidos por otros autores, se pueden extrapolar para comparar con los resultados de este trabajo, los cuales se reportan en la tabla 2.

Autor	Adsorbente	Cd ²⁺ (mg/g)	Pb ²⁺ (mg/g)
Este Trabajo	Celulosa Funcionalizada <i>Ferocaptus glucescens</i>	248. 94	45.9
Huang et al, 2015	C. Funcionalizada Tallo de maíz	143. 4	303. 52

Alves Gurgel, 2008	C. Funcionalizada	256.	500.
	Bagazo caña de azúcar	4	0
Zargar et al, 2017	C. Funcionalizada		
	Ditizona	195	787

Table 6 Comparación de valores de remoción de cadmio y plomo con celulosas por diferentes mecanismos de obtención.

Zargar et al. (2017), por ejemplo, utilizaron nanoesponjas de acetato de celulosa modificada con ditizona y reportan una eficiencia en el proceso de adsorción de iones Cd^{2+} y Pb^{2+} desde 2% con nanoesponjas de acetato de celulosa sola, hasta 99% cuando se modifica con ditizona. El procedimiento reportado no es económicamente conveniente y ambientalmente criticable (Zargar et al., 2017).

Por otra parte, Huanq et al., (2015) reportaron que con un material lignocelulósico modificado con anhídrido del ácido nitriloacético, y utilizando como soporte el tallo de maíz, pasaron de una capacidad de remoción máxima de iones Cd^{2+} y Pb^{2+} desde 12.5 y 12.73 mg. g⁻¹ utilizando tallo de maíz modificado con poliuretano o con acrilonitrilo, hasta 143.4 y 303.5 mg. g⁻¹ con el tallo modificado con el anhídrido de ácido nitriloacético. Aunque los costos pueden ser inferiores en este procedimiento, los residuos y el impacto ambiental aún son discutibles (Huang et al., 2015)

En el mismo sentido, Gurgel et al., (2008) quienes utilizaron bagazo de caña como sustrato y lo funcionalizaron con anhídrido succínico en reflujo con piridina, obtuvieron resultados similares a los encontrados en este trabajo (Gurgel et al., 2008). La diferencia está en el procedimiento que implica el trabajo con piridina, que resulta ambiental y toxicológicamente, no convenientes.

Lo anterior evidencia, que los resultados de este trabajo fueron los esperados, gracias a las condiciones utilizadas, y a los valores en porcentajes de remoción mostrados en los resultados. La concentración de metales pesados que se encontraban en las aguas residuales de “La Carbonera” de Samacá, se acumularon a la superficie interfásica, en este caso al adsorbente obtenido, de manera satisfactoria.

Bibliografía

Gurgel, L. V. A., De Freitas, R. P., y Gil, L. F., (2008). Adsorption of Cu(II), Cd(II), and Pb(II) from aqueous single metal solutions by sugarcane bagasse and mercerized sugarcane bagasse chemically modified with succinic anhydride, *Carbohydrate Polymers.*, 4 (21), 922-929.

Huang, Y., Yang, C., Sun, Z., Zeng, G., y He, H., (2015), Removal of cadmium and lead from aqueous solutions using nitrilotriacetic acid anhydride modified ligno- cellulosic material, *RSC Advances.*, 5, 11469-11474.

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible., (2015), Resolución 631., Recuperado de https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/OtraNormativa/R_M ADS_0631_2015.pdf

Rivas, C., Nuñez, O., Longoria, F., Rodríguez, and González, L.(2013) Isoterma De Langmuir Y Freundlich Como Modelos Para La Adsorción De Componentes De Ácido Nucleico Sobre WO₃, 26(1) 43-49. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/262766792>

Zargar, B., Parham, H., y Shiralipour, R., (2017), Removal of Pb and Cd ions from contaminated water by dithizone-modified cellulose acetate nanosponges, J. Mater. Environ. Sci., 8 (3), 1039–1045.

2.1.10 Tratamiento primario de agua residuales domésticas: Unidad didáctica como eje interdisciplinar en ciencias

Diana Paola Vaca Daza³⁶, Freddy Alberto Monroy Ramirez³⁷.

Palabras clave: Agua residual, Contaminación hídrica, Estrategia didáctica, Tratamiento primario, Unidad teórica-experimental

El presente proyecto planteó una estrategia didáctica para la enseñanza – aprendizaje de los principios fisicoquímicos del tratamiento primario de aguas residuales, siendo este, un eje articulador para enseñar diferentes conceptos de química, física y biología, de modo que se plantearon cuatro unidades teóricas – experimentales, en las cuales se desarrollaron los contenidos con actividades de diferentes estilos, con el fin de mejorar la comprensión y apropiación del conocimiento de forma interdisciplinaria. La implementación de la estrategia didáctica se realizó en la Institución Educativa Departamental (IED) Integrado San Cayetano, en el casco urbano del municipio de San Cayetano, Cundinamarca, Colombia, con estudiantes de grado undécimo.

Las ciencias naturales como la química, la física y la biología están constituidas por cuerpos teóricos y experimentales estrechamente vinculados, por lo tanto, su enseñanza debería realizarse de la misma manera. No obstante, es frecuente que en la enseñanza de estas ciencias en

³⁶Magister en Enseñanza de la Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, dpvacad@unal.edu.co

³⁷PhD. Ciencias Física, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, famonroyr@unal.edu.co

el ámbito escolar se dé prioridad al aprendizaje memorístico y mecanicista de conceptos y fórmulas, y a la resolución de problemas de lápiz y papel, lo cual genera dificultades en la concepción integral de las ciencias y su relación con la cotidianidad de los estudiantes. Por esta razón, una propuesta interesante para transformar esta situación es el planteamiento de problemas reales del entorno del estudiante para que pueda involucrarse como agente activo en la búsqueda de soluciones a dichas dificultades.

En este orden de ideas, la propuesta de trabajo articuló las ciencias naturales con la realidad del estudiante, estimulándolo para que él mismo evidenciara el problema de la contaminación de las fuentes de agua por el agua residual doméstica. A partir de esta evidencia, mediante una estrategia didáctica, se realizó un proceso de tratamiento primario del agua (proceso físico-químico), y por medio de un monitoreo de su limpieza, utilizando un método óptico (físico), se le permitió al estudiante una mejor comprensión de algunos conceptos propios de las ciencias naturales, una reflexión de las problemáticas ambientales directas de su entorno y la apropiación de su territorio como patrimonio.

La estrategia didáctica que se utilizó para el desarrollo del proyecto es la de una investigación de tipo cuasi - experimental. Mediante la determinación de los temas relacionados desde las diferentes áreas, se estructuró la estrategia didáctica, la cual se constituyó de cuatro unidades teóricas - experimentales con las siguientes relaciones entre los temas escogidos (fig. 1). Cada concepto se muestra en diferente color para relacionarlo con un área específica, a saber: el color rojo indica el tema de

agua; el color verde, referencia los temas de química; el color morado, los temas de física; el color azul, los temas de biología y el color naranja, los temas de tratamiento primario de aguas residuales.



Ilustración 13 Unidades teóricas – experimentales de la estrategia didáctica

Con el fin de determinar los conocimientos referentes a las temáticas escogidas de las ciencias y el eje interdisciplinar, se planteó y aplicó una prueba diagnóstica, que permitió conocer cuáles eran las ideas previas de los estudiantes. La prueba se constituyó de 18 preguntas de opción múltiple con única respuesta con la finalidad de poder cuantificar y analizar cada una de las opciones de las preguntas, antes y después de la implementación de la estrategia didáctica; de las cuales, se tuvieron en cuenta todos los conceptos relacionados que se desarrollaron dentro de la propuesta. Por tal razón se realizó un análisis de comparación entre las respuestas obtenidas entre la prueba diagnóstica y la prueba final por medio del Método de Ganancia de Hake, donde se evidenció a través de un cálculo, qué tanto han aprendido los estudiantes, lo cual sirvió para comprobar la utilidad de la metodología empleada y con ello reorientar la estrategia didáctica inicial, si así lo requería.

En la fig. 2 se visualiza el incremento de los aciertos de los estudiantes en las preguntas de las pruebas aplicadas antes y después del proceso.

$$P = \frac{N_i}{N}$$

Ecuación 1 Resultados de la Prueba diagnóstica versus Prueba final

Acorde con los resultados obtenidos, inicialmente el porcentaje promedio de aciertos de los estudiantes en la prueba diagnóstica fue de 27,39 %, luego de la implementación de la estrategia didáctica para la enseñanza – aprendizaje de los principios físico-químicos del “tratamiento primario” de aguas residuales domésticas, hubo un incremento del 50,94% es decir, el porcentaje promedio en la prueba final de aciertos de los estudiantes fue de 78,33%, siendo un avance amplio para el desarrollo de conocimientos, actitudes y habilidades en los temas relacionados con las ciencias, tomando como eje articulador el tratamiento de depuración de aguas negras.

Con el fin de hacer el análisis para determinar el avance en el aprendizaje de los estudiantes, se calcula el Índice de dificultad y con ello, identificar las preguntas que muestren la información necesaria para tal fin. Este Índice de dificultad, se halla según Doran (Garduño, López y Mora, 2013):

$$P = \frac{N_i}{N}$$

Ecuación 2 Resultados de la Prueba diagnóstica versus Prueba final

Dónde P es el Índice de dificultad, Ni es número de personas que respondieron correctamente las preguntas y N es el número total de estudiantes que contestaron la prueba. El índice de dificultad de las

preguntas se considera muy difícil (MD) si está entre 0 – 0.35; moderadamente difícil (mD) entre 0.35 – 0.60; moderadamente fácil (mF) 0.60 – 0.85; y por último muy fácil (MF) 0.85 – 1.00 (Cárdenas, 2014). Conforme con lo anterior, se eliminaron las preguntas que se clasificaron en MF y mF, ya que habrán sido contestadas por la mayoría de los estudiantes correctamente y no permitirá visualizar el avance real de los estudiantes en cuanto al aprendizaje.

Según la clasificación del índice de dificultad, se tiene que de las 18 preguntas que consta la prueba diagnóstica, hay una pregunta de categoría moderadamente difícil (mD) y una muy fácil (MF), las demás hacen parte de la clasificación de muy difícil (MD), ya que la mayoría de los estudiantes no respondieron correctamente en la prueba inicial. La anterior clasificación se realiza para tomarlo como base de los análisis que continúan con el Método de Ganancia de Hake.

Con el objetivo de establecer el progreso del aprendizaje de los estudiantes después de la implementación de la estrategia didáctica, se calcula la Ganancia de Hake, la cual se define como la razón del aumento de una prueba preliminar (pre) y una prueba final (post) respecto al máximo aumento posible (Hake, 1998), es decir, permite determinar la eficacia de una metodología de enseñanza respecto a algún tema en particular. Con los resultados obtenidos en la Prueba diagnóstica y la Prueba final, se determinó la Ganancia normalizada de Hake > ¿mediante la siguiente ecuación (Hake, 1998):

$$g > \% = \frac{< Sf > - \% < Si >}{100 - \% < Si >}$$

Dónde % <Sf> ¿es el porcentaje obtenido en la prueba final y el % <Si> ¿es el porcentaje obtenido en la prueba diagnóstica. La ganancia puede tomar valores entre 0 y 1, en la cual, se categoriza la ganancia de la siguiente forma:

Valor de Ganancia	Categoría
0.0 – 0.30	Baja
0.30 – 0.70	Media
0.70 – 1.00	Alta

Table 7 Valor de categorización de Ganancia de Hake

Se calculó la Ganancia de Hake por pregunta, para comparar el avance del aprendizaje en los estudiantes, de acuerdo con las respuestas correctas dadas en la Prueba diagnóstica y la Prueba final. Teniendo en cuenta los cálculos realizados, se analizaron algunos casos a partir de la eliminación de ciertas preguntas dependiendo de la categoría del índice de dificultad y la Ganancia determinada.

Se eliminaron las preguntas que estuvieron en el rango muy fácil (MF) según el índice de dificultad, de esta forma, se encontró que la pregunta 10 está en dicha clasificación y se eliminó la pregunta que estuviera en el rango moderadamente difícil (mD), en el que se encuentra la pregunta 2, de acuerdo con ello, se promedia las ganancias, sin las preguntas 2 y 10. En

este caso, se obtuvo que el promedio de la Prueba diagnóstica fue de 22,25% y de la Prueba final de 77,00%, es decir aumentó 54,75% y la ganancia normalizada en promedio fue de 0,70, es decir, está en el rango de ganancia alta.

Dado lo anterior, se observó que en el análisis de los diferentes casos de: tener el promedio de la ganancia de todas las preguntas (0,71), el promedio de la ganancia eliminando las preguntas de rango muy fácil (0,70) y el promedio de la ganancia eliminando las preguntas de rango moderadamente difícil y muy fácil (0,70), se determinó que la Ganancia de Hake está en la categoría alta, es decir, la incidencia de la estrategia didáctica tiene un gran impacto en la población objeto de estudio.

En concordancia con los resultados obtenidos, se infiere que la estrategia aplicada con los estudiantes en relación a la enseñanza de los principios fisicoquímicos del tratamiento primario de aguas residuales, es muy efectiva y con ello, se logró tener un gran avance en el tema escogido, puesto hay una apropiación del conocimiento y mejores habilidades frente a los conceptos de las ciencias y puede ser dado por la variedad de actividades, la dinámica de las clases, la disposición de los estudiantes al hacer, la forma de orientar a las personas al conocimiento y la contextualización de temas ambientales, como puntos de partida para el aprendizaje de cualquier tema.

El tratamiento primario de aguas residuales domésticas como eje interdisciplinar de ciencias, es una base efectiva para la enseñanza de los conceptos relacionados con las áreas de química, física y biología, puesto que se evidenció un amplio avance en el aprendizaje de los estudiantes, en

las evaluaciones de las diferentes actividades aplicadas durante la estrategia didáctica y la comparación de las respuestas acertadas de la prueba diagnóstica y final. Las situaciones de contexto como las ambientales, son ejes que permiten adaptar diversos contenidos y aplicaciones de las áreas del conocimiento, ya que a pesar que cada disciplina se constituye de un cuerpo teórico y experimental particular, las conexiones que tienen con la realidad genera la interdisciplinariedad, de modo que se convierte en una oportunidad para extrapolar a otros ambientes y con ello, mostrar el uso del conocimiento en la vida real, sin quedarse en algo netamente teórico y sin funcionalidad.

El mayor aporte que tuvo la estrategia didáctica del presente proyecto, fue la construcción de un microscopio casero que se utilizó para el monitoreo de un tratamiento primario artesanal de agua residual doméstica, del cual, los estudiantes en general mostraron aceptación y motivación por la fabricación del mismo, además de la sorpresa que tuvieron cuando pudieron visualizar las muestras de agua recolectada, lo que hizo más llamativo para ellos, la experiencia práctica. De igual forma, la aplicación de esta última unidad de la estrategia, unió todos los conceptos vistos en la implementación, lo que hizo que se generara una mayor conceptualización de los contenidos relacionados con el eje articulador y con ello la efectiva incidencia de la metodología utilizada.

Bibliografía

Cárdenas, A. (2014). Enseñanza de la radiación electromagnética a través de la metodología de aprendizaje activo (M.A.A.). Universidad Nacional de

Colombia, Bogotá, Colombia.

Garduño, L., López, A. y Mora C. (2013). Evaluación del aprendizaje conceptual del movimiento en caída libre. Lat. Am. J. Phys. Educ., Volumen (7). 275 – 283. Recuperado de:

http://www.lajpe.org/jun13/LAJPE_777_Lilia_GarduA_o_preprint.pdf

- Hake, R. (1998). Interactiva-engagement versus traditional methods: A six- thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. American Journal of Phisics. Vol 66 (1), 64-74

2.2. Línea Desarrollo de las ciencias básicas: Simulación, Modelación matemática, estadística y aplicaciones.

2.2.1 Modelado matemático de programación lineal aplicado a la teoría de juegos

Christopher S. Pérez, Juan C. Rodríguez

Palabras clave: Análisis, Matriz, Optimización, Recursos, Juegos

La Programación Lineal es un algoritmo a través del cual se resuelven situaciones reales en las que se pretende identificar y resolver problemas para aumentar la productividad respecto a los recursos (principalmente los limitados y costosos), aumentando así los beneficios. Esta se traduce en una herramienta que se utiliza habitualmente en muchas áreas, siendo la industria y la economía donde ha encontrado sus aplicaciones más importantes. Podemos incluso afirmar que esta herramienta ha tenido un gran impacto en el estudio y desarrollo de la actividad económica y las actividades relacionadas con las TIC's. (López., 2016)

El objetivo principal de la Programación Lineal es optimizar, es decir, maximizar o minimizar funciones lineales de varias variables reales, con restricciones lineales (sistemas de inecuaciones lineales), optimizando una función objetivo que también es lineal.

Por otra parte, en pocas palabras, podríamos decir que la Teoría de Juegos estudia situaciones de conflicto y cooperación a las que denominamos juegos, en las que interactúan individuos racionales, analizando los

comportamientos y resultados que son de esperar, bien mediante decisiones individuales o bien mediante acuerdos entre los participantes. (Martínez, 2004)

A continuación, una primera definición de la terminología básica que se utiliza habitualmente en la Teoría de Juegos.

- Jugadores: Participantes que toman decisiones con el fin de maximizar su utilidad.
- Acciones de cada jugador: Decisiones que puede tomar cada jugador. El conjunto de acciones de un jugador puede ser finito o infinito.
- Resultados del juego: Distintos modos en que puede concluir un juego. Cada resultado conlleva unas consecuencias para cada jugador
- Pagos: Valoración que para cada jugador tienen las consecuencias de alcanzar un determinado resultado. Cada jugador recibe un pago al acabar el juego.
- Estrategias: Plan completo de acciones con las que cada jugador participa en el juego. (Abramson, 2016)

El modelo general de un problema de programación lineal consta de dos partes muy importantes: la función objetivo y las restricciones.

La función objetivo lineal

$$z = C_1 x_1 + C_2 x_2 + \dots + C_n x_n$$

o utilizando la notación de sumatorias

$$z = \sum_{j=1}^n c_j X_j$$

Donde:

Z = Función objetivo lineal.

C_j = Precio neto o costo unitario, según sea el modelo.

X_j = Actividad o proceso.

Los coeficientes $C_1, C_2, \dots, C_n$ son los coeficientes de costo o de ingresos, según el tipo de problema que estemos resolviendo. Por otra parte, $X_1, X_2, \dots, X_n$ son las variables de decisión (variables, o niveles de actividad) que deben determinarse de tal manera que se alcance el objetivo dentro de las restricciones que enfrenta el problema.

La expresión matemática del problema se llama función objetivo y la meta debe ser maximizar o minimizar esa expresión. La función objetivo lineal se puede representar de las siguientes maneras:

$$A_{11} X_1 + A_{12} X_2 + \dots + A_{1n} X_n \geq B_1$$

$$A_{21} X_1 + A_{22} X_2 + \dots + A_{2n} X_n \geq B_2$$

...

$$A_{m1} X_1 + A_{m2} X_2 + \dots + A_{mn} X_n \geq B_m$$

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

Un ejemplo, de cómo plantear un problema de programación lineal es el del famoso juego de piedra papel, o tijera. Entonces, dos individuos, a los que denominaremos Jugador I y Jugador II, escogen simultáneamente una de las tres opciones. Teniendo en cuenta las reglas del juego. La información relevante la podemos resumir en la siguiente tabla:

	Piedr a	Papel	Tije ra
Piedr a	0	-1	1
Papel	1	0	-1
Tijer a	-1	1	0

Table 8 Matrixpiedrapapelytijera

Donde, en la anterior tabla, lo que hicimos fue en una matriz de 3×3 , la cual se lee primero por fila y luego por columna, luego, se escribió 0 (Si la combinación produce un empate), 1 (Si las decisiones producen una ganancia) y -1 (Si se produce una perdida). Y así es como se obtiene el planteamiento inicial de un problema de programación lineal.

Ahora, un ejemplo un poco más complejo está enfocado al deporte ciencia, el ajedrez, en el cual se plantea que en un tablero de ajedrez de 8×8 , se requiere optimizar la cantidad de caballos requeridos, de modo que cada cuadro esté cubierto por al menos un caballo, y se requiere maximizar el número de caballos de tal forma que ninguno se ataque. Para resolver este problema de programación lineal, al ser más complejo y dispendioso, utilizamos los conocimientos en programación adquiridos durante la

carrera, y utilizando el lenguaje de programación Julia (Allende-Cid, 2012) resolvemos este problema. A continuación, adjuntamos un fragmento del código fuente.

```

1  using JuMP
2  using Cbc
3  m = 8
4  mymodel = Model(solver= CbcSolver())
5
6  @variable(mymodel, x[i = 1:m^2], Bin)
7
8  @variable(mymodel, y[i = 1:m^2] >= 0)
9  X_matrix = reshape(x, (m, m))
10
11  Y_matrix = reshape(y, (m, m))
12
13  i_shifts = [ 1, 1,  2, 2, -1, -1, -2, -2]
14
15  j_shifts = [-2, 2, -1, 1, -2,  2, -1, 1] |
16
17  shift_size = size(i_shifts)[1]
18  for i = 1:m    for j = 1:m
19      running_sum = 0
20      for idx = 1:shift_size
21          if (1 <= i + i_shifts[idx] <= m) && (1 <= j + j_shifts[idx] <= m)
22              running_sum += X_matrix[i + i_shifts[idx], j + j_shifts[idx]]
23          end
24      end
25  end
26  @constraint(mymodel, Y_matrix[i,j] == running_sum)    @constraint(mymodel, Y_matrix[i,j]
27      >= 1)
28  end
29  end
30  @objective(mymodel, Min, sum(X_matrix)) solve(mymodel)
31  output = getvalue(X_matrix) answer_matrix = round{Int64, output}
32  print("total knights = ",
33      sum(answer_matrix), "\n")
34  print(isapprox(sum(answer_matrix) - sum(output), 0), "\n")
35  for i = 1:m
36      print(answer_matrix[i,:], "\n")
37  end

```

Ilustración 14 Fragmento de código para la solución de problema.

Al finalizar el desarrollo del algoritmo, nos da como resultado, que la solución óptima para este problema se máxima con 14 caballos distribuidos en todo el tablero de ajedrez, lo cual tarda bastantes iteraciones.

Al finalizar el ejercicio, podemos concluir que las cadenas los problemas de programación lineal son realmente útiles en la solución de problemas de la

vida real y cotidiana, y aplicando conocimientos en programación se hace más fácil la resolución de estos. Siendo muy utilizados en la gran mayoría de problemas relacionados con la optimización de recursos, en especial en economía, empresas y juegos, ya sean virtuales o juegos físicos en especial juegos de estrategia y azar

Bibliografía

- Abramson, G. (2016). Introducción a la teoría de juegos.
- Allende-Cid, D. H. (2012). Lenguaje de Programación Julia.
- Martínez, E. (2004). Conceptos de solución para los juegos cooperativos. Anuario Jurídico y económico y escurialense, 412-414.
- Rodríguez, S. I. (2013). Aplicación de la Programación Lineal.

2.2.2 Modelado matemático de una cadena de Márkov aplicada a sucesos Meteorológicos

David S. García, Julián D. Franco

Palabras clave: Probabilidad, Sucesos, Distribución, Análisis, Vector, Matriz, Predicción.

Las cadenas de Markov son un concepto robusto y útil en la generación de informes a futuro. Si entramos a analizar posibles alcances de su utilización, podemos definir objetivos como su vinculación con la estadística, su utilidad en problemas estadísticos, computacionales, financieros, genéticos, económicos, entre otros, la aplicación de sus diversas clases en ámbitos empresariales y la demostración de la predicción de eventos a futuro que pueden suceder gracias a conceptos de periodicidad, probabilidad y recurrencia.

Teniendo en cuenta esto, es posible generar un ejemplo teórico de un suceso real evidente: el clima. Gracias a las cadenas de Márkov, se nos hace posible, considerando el tiempo atmosférico de una región a través de múltiples días, asumir que el estado actual sólo depende de un último estado inmediatamente anterior y no de una historia pasada, encajando perfectamente en un escenario de una cadena de Márkov, permitiéndonos generar un modelo climatológico básico.

Para desarrollar nuestro ejemplo teórico, tendremos que definir en principio, que, en la teoría de la probabilidad, se conoce como cadena de

Márkov o modelo de Márkov a un tipo especial de proceso estocástico discreto en el que la probabilidad de que ocurra un evento depende solamente del evento inmediatamente anterior. Esta característica de falta de memoria recibe el nombre de propiedad de Markov.

El modelado de Markov se explica teniendo que en cuenta que la probabilidad de ir de un estado i a un estado j en un tiempo n se define como:

$${}_{ij}P^{(n)} = Pr(X_n = j | X_0 = i)$$

Y la transición de un solo paso es:

$$P_{ij} = Pr(X_1 = j | X_0 = i)$$

Las cuales aplicadas a una cadena de Márkov homogénea Las probabilidades de la transición n -ésima también satisfacen la ecuación de Chapman- Kolmogorov, en la cual para cualquier k tal que $0 < k < n$, En donde, S es el espacio de estado de la cadena de Márkov.

Ahora pasamos a definir la distribución marginal $Pr(X_n = x)$ como la distribución de los estados sobre un tiempo n . La distribución inicial encontrada es $Pr(X_0 = x)$, finalizando definiendo la evolución del proceso a través de un solo paso como:

Y obtenemos que el ij -ésimo elemento del producto matricial p_{n-1} . $p = p_n$,

confirma que $p(n) = p^n$. (Serfozo, 2009) De esta manera, el resultado $p(n) = p(0) p^n$ se obtiene denotando que:

A partir de este análisis matemático, podemos determinar que n -ésimas posibilidades de transición pueden ser fácilmente obtenidas a partir de una multiplicación simple de matrices, incluyendo casos en los que se requieren probabilidades a un largo plazo (n posee un espacio muy grande).

Si la cadena de Márkov es una cadena homogénea al tiempo, para la cual el proceso se describe por una sola matriz independiente del tiempo (matriz de transición) p_{ij} , entonces el vector recibe el nombre de una distribución estacionaria (o medida invariante) sí y solo sí sus entradas π_j son no-negativas y todas suman 1 (Gagniuc, 2017), satisfaciendo:

$$\pi_j \sum \pi^P$$

Podemos definir gracias a esto que, sin tener información alguna en la distribución inicial (o vector inicial, en este caso); la cadena converge a su distribución estacionaria sin importar en dónde empieza. Este π en específico es llamado la distribución en equilibrio de la cadena (Vector de equilibrio). En la matriz de transición a un largo término, el valor de p^n se aproxima a una matriz cuadrada fija a medida que n incrementa.

Ahora, teniendo bien definido que una cadena de Márkov es una cadena de eventos para los cuales las probabilidades de sucesos y estados dependen directamente en que ha ocurrido previamente, en este caso, las probabilidades de que llueva o no en un día en particular dependen directamente de si llovió o no el día anterior. En este caso, estamos asumiendo lógicamente que los estados “lluvioso” y “seco” no se superponen y cubren todas las probabilidades. La matriz de estado para nuestro caso, o “vector resultado” es una matriz fila que demuestra las probabilidades de cada estado para un día en específico. Por ejemplo, si tenemos que $X = [0.25 \quad 0.85]$ Se puede determinar que la probabilidad de que llueva en ese día específico es de 0.25 (25%) y de que, por inducción simple, la probabilidad de que sea un día seco es de 0.85 (85%). De nuevo, cumpliendo nuestra regla, la suma de los elementos de nuestra matriz equivale a 1.

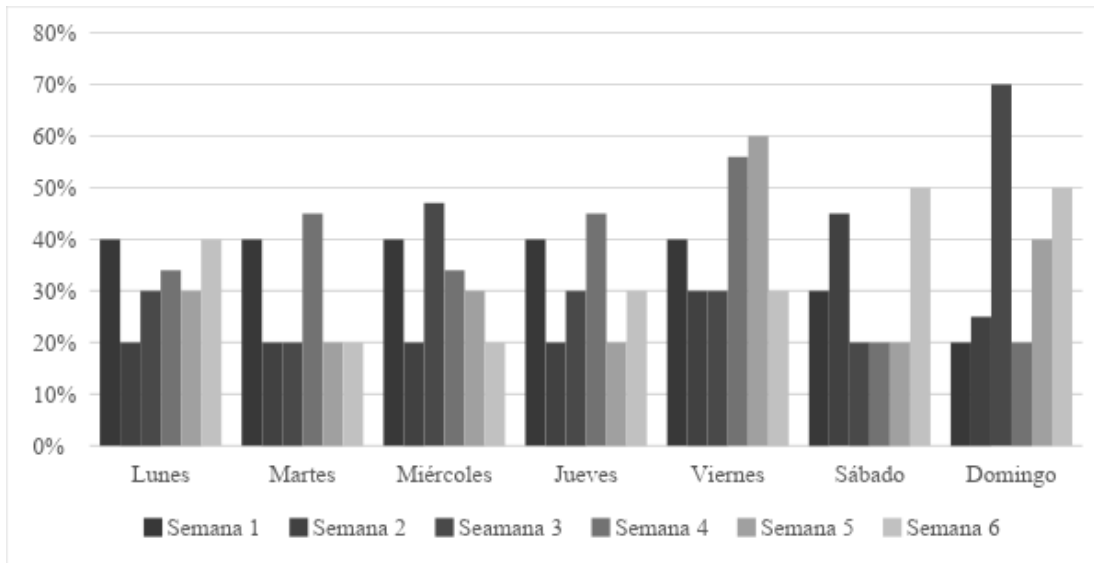
El banco de datos utilizado para este caso en particular fue obtenido del Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para la región de la ciudad de Tunja ubicada en el departamento de Boyacá, Colombia para las últimas 6 semanas a la fecha de redacción del documento. Los resultados de probabilidad son la media diaria sobre el periodo de 6 semanas. El software utilizado para analizar rápidamente los datos obtenidos, se hizo uso de Microsoft Excel 365 2019 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EE. UU).

DÍA SEMANA1 SEMANA2 SEMANA3 SEMANA4 SEMANA5 SEMANA6

LUNES	40%	20	30	34	30	40
		%	%	%	%	%
MARTES	40%	20	20	45	20	20
		%	%	%	%	%
MIÉRCOLES	40%	20	47	34	30	20
		%	%	%	%	%
JUEVES	40%	20	30	45	20	30
		%	%	%	%	%
VIERNES	40%	30	30	56	60	30
		%	%	%	%	%
SÁBADO	30%	45	20	20	20	50
		%	%	%	%	%
DOMINGO	20%	25	70	20	40	50
		%	%	%	%	%

Table 9 Probabilidades de precipitación a lo largo de 6 semanas en Tunja. Ahora, teniendo los datos, es posible generar un patrón que desemboque en una matriz estable de transición P. Para calcular este patrón, se hizo necesario realizar un análisis día a día, asegurándose de seleccionar un día lluvioso por cada día para determinar si el siguiente día es lluvioso o seco.

La suma del número de estos días (lluviosos o secos) fue calculada y dividida entre el total de días del mes. El mismo cómputo se realizó para los días secos.



Ilustración

15 Distribución ordenada de probabilidades de precipitación al largo de 6 semanas en la ciudad de Tunja.

Se determinó que, si el día actual es lluvioso, la probabilidad de que llueva el día siguiente es de 0.31, y teniendo en cuenta que el día actual es seco, la probabilidad de que llueva un día después es de 0.16.

$$P = [0.31 \ 0.69 \ 0.16 \ 0.84]^n$$

En esta matriz de transición estable, el valor de p_n se acerca a una matriz cuadrada fija a medida que n aumenta. Gracias a esta matriz, y teniendo un vector inicial correspondiente al día inmediatamente anterior, es posible generar una predicción del estado de precipitación de n días posteriores,

de la siguiente manera:

$$p^n = [0.310.690.160.84]^n \cdot [LluviaSeco]$$

Al determinar esto, podemos concluir que las cadenas de Márkov son realmente útiles en la solución de problemas de la vida real y cotidiana, a un nivel tanto coloquial como informal, finalizando con la demostración de que, conociendo un evento anterior, es posible predecir futuros eventos que a futuro sucederán, aplicando el principio de recurrencia, periodicidad y vectores de probabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

Gabriel, & Neumann. (2006). A Markov chain model for daily rainfall occurrence at Tel Aviv. Turkey: Royal Meteorological Society.

Howard, R. (1971). Dynamic Probabilistic Systems, volume 1: Markov Chains. Massachusetts: John Wiley and Sons.

Papoulis, A. (1984). Probability, Random Variables and Stochastic Processes. Manhattan: Mc Graw- Hill Book.

Gagniuc, Paul A. (2017). Markov Chains: From Theory to Implementation and Experimentation. USA, NJ: John Wiley & Sons. pp. 1-235. ISBN 978-1-119-38755-8.

Richard Serfozo (24 January 2009). Basics of Applied Stochastic Processes. Springer Science & Business Media. p. 2. ISBN 978-3-540-89332-5. Archive

2.2.3 Desarrollo de un algoritmo para el cálculo analítico de funciones de Green mediante decimación y propiedades electrónicas de sistemas uni-moleculares

Julian Alberto Guerra Pinzón³⁸, Jovanny Arlés Gomez Castaño³⁹, Judith Helena Ojeda Silva⁴⁰

Palabras clave: Lenguaje Python, Funciones de Green, Renormalización, Electrónica molecular.

La electrónica molecular, conocida también como moletrónica, es una rama interdisciplinar donde convergen disciplinas como química, física, ciencia de los materiales, electrónica, entre otras; y que tiene por objeto el estudio y aplicación de estructuras moleculares, con características adecuadas para la elaboración de circuitos lógicos, como posibles dispositivos electrónicos a escala nanométrica tales como cables, interruptores, capacitores, transistores, rectificadores y sistemas de almacenamiento (Joachim, Gimzewski & Aviram, 2000). Esta nueva rama del conocimiento, ha desempeñado un papel crucial en el desarrollo de los campos de nanociencia y nanotecnología, por cuanto su filosofía se ha fundamentado en la construcción de dispositivos moleculares con componentes cada vez

³⁸Químico y estudiante de la Maestría en Química de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo Química Física Molecular y Modelamiento Computacional (QUIMOL), julian.guerra@uptc.edu.co

³⁹Doctor en Ciencias Químicas, Grupo Química Física Molecular y Modelamiento Computacional (QUIMOL), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja, jovanny.gomez@uptc.edu.co

⁴⁰Doctora en Ciencias Físicas, Grupo Química Física Molecular y Modelamiento Computacional (QUIMOL), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, judith.ojeda@uptc.edu.co

más reducidos. En consecuencia, la ley de Moore ha cobrado una importancia relevante en el desarrollo de la molelectronia, ya que esta ley indica que cada dos años se duplica - aproximadamente - la cantidad de transistores contenida dentro de un microprocesador. El resultado de esta miniaturización de la tecnología es el cambio de las propiedades eléctricas y/o magnéticas de los sistemas, así como su rendimiento y tamaño (Moore, 1995).

Para que una molécula tenga aplicaciones en el campo de la electrónica molecular, ésta debe ser capaz de conducir corriente de manera efectiva; razón por la cual, sistemas π deslocalizados como los derivados de hidrocarburos insaturados aromáticos, especialmente los polifenilenos (derivados del benceno) han sido el objeto de numerosos estudios en este campo (Joachim et. al., 2000). Los estudios de electrónica molecular de estos sistemas π - conjugados se fundamentan en el concepto de transporte cuántico - es decir, una acción de la dinámica cuántica - en donde existe una interacción constante entre los átomos de la molécula y el sistema cuántico abierto (contactos o puntas de prueba), así como un intercambio de partículas (huecos, electrones, fonones, fotones). De este modo, se logran encontrar o predecir diversas clases de comportamientos eléctricos moleculares tales como aislantes, semiconductores y/o conductores (Datta, 1997). Dichas propiedades electrónicas pueden ser determinadas usando herramientas matemáticas tales como las funciones de Green. En física este tipo de funciones se denominan de propagación o de correlación de dos o más estados, las cuales permiten relacionar la probabilidad con que un estado puede cambiar de ocupado a desocupado o viceversa,

generando una propagación de dicha información a través del sistema cuántico, en este caso, el sistema molecular (Ojeda et. al., 2012). Resulta pues de interés para el campo de electrónica molecular, el desarrollo de herramientas computacionales (algoritmos) que permita de manera efectiva calcular dichas funciones de Green. Este tipo de desarrollo informático contribuye al avance de estudios de transporte cuántico a través de sistemas de baja dimensionalidad, tal como lo son los sistemas moleculares.

Python se ha usado como lenguaje de programación base en diferentes paquetes de cálculos computacionales enfocados a la disminución del costo computacional, dos ejemplos principales de ello se pueden encontrar en los paquetes Quantum ESPRESSO y Wannier90. La generación de herramientas computacionales requiere del desarrollo de un protocolo lógico y efectivo (algoritmo) que abarque el proceso a desarrollar. Lo que requiere el uso de una formulación matemática clara y funcional basada en teorías, formalismos, leyes, etc., de donde se obtengan los resultados necesarios y requeridos. El desarrollo de un algoritmo pretende la simulación de manera más efectiva de un proceso analítico que se realiza, mediante el uso de programas, lenguajes de programación o mecanismos. El uso de lenguajes de programación para el desarrollo de un algoritmo matemático permite la simplificación del proceso disminuyendo los posibles errores que se puedan encontrar, además (dependiendo de la capacidad del lenguaje empleado) de una optimización del proceso matemático en sí.

En el presente trabajo se desarrollará un algoritmo lógico-matemático

mediante un código escrito en lenguaje de programación Python, que permita el cálculo de funciones de Green de sistemas moleculares por medio de un proceso analítico de renormalización que reduzca los grados de libertad del sistema. Las funciones de Green calculadas serán utilizadas para realizar el posterior análisis cuantitativo y cualitativo de las propiedades de transporte electrónico, tales como probabilidad de transmisión, corriente, conductancia, entre otras, del sistema molecular. La eficacia del código y la confianza de sus resultados serán puestas a prueba mediante la comparación de éstos con los valores reportados en la literatura, obtenidos por métodos teóricos numéricos o experimentales. Finalmente se adecuará una interfaz gráfica que opere así mismo en Python, de fácil uso para disminuir cualquier grado de complejidad que conlleve el uso de dicho código.

Objetivo general

Desarrollar un algoritmo, mediante la elaboración de un código en Python, que determine las funciones de Green en sistemas moleculares por medio de procesos de renormalización, ejecutando un posterior cálculo de sus propiedades de transporte electrónico.

Objetivos específicos

Determinar y establecer el Hamiltoniano que describa el sistema molecular.

Reducir y optimizar el sistema molecular en una cadena unidimensional efectiva mediante el proceso de renormalización a través de un código computacional funcional, teniendo en cuenta los sitios atómicos y los tipos de enlaces o acoplamientos que se encuentren en la molécula.

Calcular las funciones de Green de las moléculas mediante el código empleando los resultados del proceso de renormalización.

Generar una interfaz de fácil uso para la ejecución del código desarrollado.

Metodología: Para realizar el estudio de las propiedades de transporte electrónico en cualquier sistema molecular es necesario resolver la ecuación de Schrödinger de dicho sistema. En el caso de sistemas de nanoestructuras, las funciones de onda pueden ser modeladas basadas en el método de las Funciones Green. Para ello, se determina el Hamiltoniano teniendo en cuenta que, en general, los arreglos moleculares pueden ser descritos por “sitios atómicos”, donde las energías propias de sitio se consideran como ϵ_i y el potencial de acoplamiento intersitio es tomado como v . En vista que se desea estudiar el sistema molecular como un dispositivo electrónico, se considera, además, la interacción del sistema molecular con contactos en los extremos. Por lo cual, el sistema se modela con un Hamiltoniano de la forma $H=H_0+H_L+H_I$, donde H_0 corresponde al Hamiltoniano del sistema molecular (considerado como aislado) y H_L y H_I corresponden a los Hamiltonianos de los contactos e interacción contacto-molécula respectivamente. El Hamiltoniano considerado es un Hamiltoniano tight-Binding (con interacción a primeros vecinos) (Dey, Maiti & Karmakar, 2011).

El Hamiltoniano del sistema molecular (considerado como aislado) H_0 está dado por la Ec.1

$$H_0 = \sum_i \epsilon_i a_i^\dagger a_i + \sum_{i,\Delta_i} V(a_i^\dagger a_{(i+\Delta_i)} + a_{(i+\Delta_i)}^\dagger a_i) \text{Ecuación 3}$$

El hamiltoniano de los contactos y el de interacción molécula-contacto están dados respectivamente por las Ec. 2 y 3

$$H_L = \sum_{k_L} \epsilon_{k_L} d_{k_L}^\dagger d_{k_L} + \sum_{k_R} \epsilon_{k_R} d_{k_R}^\dagger d_{k_R} \text{Ecuación 4}$$

$$H_I = \sum_{k_L} \Gamma_s d_{k_L}^\dagger a_1 + \sum_{k_L} \Gamma_d d_{k_R}^\dagger a_N + h.c. \text{Ecuación 5}$$

donde $d_{k_L}^\dagger$, d_{k_L} son los operadores creación y destrucción de un electrón en el estado k_L con energía ϵ_{k_L} , $\Gamma_{s,d}$ representa el acoplamiento entre cada contacto metálico y el sistema molecular, h.c es el complejo conjugado del hamiltoniano.

Para determinar las propiedades de transporte en un sistema molecular es necesario encontrar la probabilidad de transmisión, sin embargo, su cálculo suele ser complicado y extenso; razón por la cual, antes de realizar el cálculo de la probabilidad de transmisión, se realiza un proceso de renormalización o decimación con el cual se reducirán los grados de libertad del sistema a estudiar, como se muestra en la Figura 1, mediante el método de las funciones de Green recursivas. De esta manera se obtiene un sistema unidimensional (reducido efectivamente) que contiene y representa la información del sistema real.

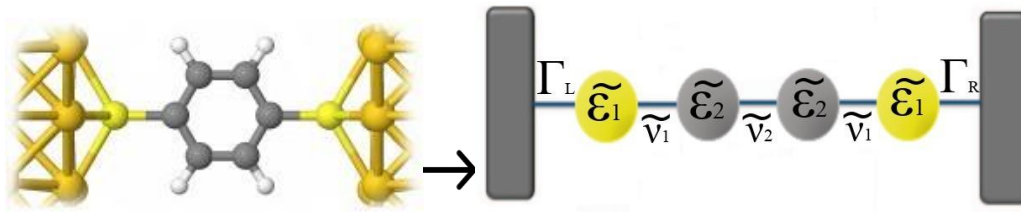


Ilustración 16 Proceso de renormalización

Para determinar las funciones de Green, en este trabajo se elaborará un código - mediante el uso de las bibliotecas NumPy y SymPy presentes en Python - que permitirá modelar el sistema molecular a través de procesos cíclicos e iterativos matriciales; donde sus condiciones iniciales serán los estados de cada sitio atómico con sus respectivos enlaces o acoplamientos, manteniendo la condición del Hamiltoniano de enlace fuerte a primeros vecinos.

Una vez se consiga renormalizar el sistema a través del código, se determinará la función de Green del sistema, mediante la aplicación de la ecuación de Dyson (Ec. 4)

$$G = G_0 + G_0(\Sigma_L + \Sigma_R)G \text{ Ecuación 6}$$

donde G_0 es la función de Green del sistema aislado sin contactos y Σ_L , Σ_R son las autoenergías de los contactos izquierdo y derecho respectivamente.

Con el sistema renormalizado y la función de Green del sistema determinada, se obtiene la probabilidad de transmisión haciendo uso del formalismo Fischer-Lee, el cual relaciona esta propiedad con la función de

Green del sistema (Ec. 5)

$$T(E) = \text{Tr}[\Gamma_L G^r \Gamma_R G^a] \quad \text{Ecuación 7}$$

donde $\Gamma_{L(R)} = i(\Sigma_{L(R)} - \Sigma_{L(R)}^\dagger)$ es la matriz densidad espectral de los contactos izquierdo y derecho, respectivamente (que tomarán valores no nulos sólo para los elementos Γ_{11}^L y Γ_{NN}^R)

Dentro de las principales propiedades de transporte se encuentra el comportamiento de la Corriente en el sistema, la cual puede ser evaluada y estudiada mediante la probabilidad de transmisión del sistema, gracias al formalismo de Landauer para la corriente

$$I(V) = \frac{2e}{h} \int (f_L - f_R) T(E) dE \quad \text{Ecuación 8}$$

donde, $f_{L(R)}$ representan las funciones distribución de Fermi-Dirac $f_{L(R)} = f(E - \mu_{L(R)})$, donde $\mu_{L(R)}$ es el potencial químico (Maiti, 2008).

Cada parte del cálculo analítico será plasmado en un código funcional, y los resultados obtenidos se compararán con los reportados mediante métodos teóricos numéricos y experimentales. Finalmente, y para complementar el uso del código, se procederá a elaborar una interfaz gráfica mediante la librería Tkinter disponible por defecto dentro de Python, facilitando así los procesos de cálculos de propiedades electrónicas para sistemas moleculares de baja dimensionalidad.

Bibliografía

Joachim, C., Gimzewski, J. K., & Aviram, A. A. (2000). Electronics using hybrid- molecular and mono-molecular devices. *Nature*, 408(6812), 541.

Joachim, C. & Gimzewski J. K. (1997) An electromechanical amplifier using a single molecule. Chemical Physics Letters 265.3-5: 353-357.

Perrin, M. L., Galán, E., Eelkema, R., Thijssen, J. M., Grozema, F., & van der Zant,

H. S. (2016). A gate-tunable single-molecule diode. Nanoscale, 8(16), 8919-8923.

Moore, Gordon E. (1998) Cramming more components onto integrated circuits.

Proceedings of the IEEE 86.1: 82-85.

Moore, Gordon. (2005) Excerpts from a conversation with Gordon Moore: Moore's Law. Video Transcript, Intel 54.

Datta, S. (1997). Electronic transport in mesoscopic systems. Cambridge university press.

Ojeda, J. H., Pacheco, M., Rosales, L., & Orellana, P. A. (2012). Current and Shot noise in

DNA chains. Organic Electronics, 13(8), 1420-1429.

Dey, M., Maiti, S. K., & Karmakar, S. N. (2011). Effect of dephasing on electron transport in a molecular wire: Green's function approach. Organic Electronics, 12(6), 1017-1024.

Maiti, S. K. (2008). Tuning of electron transport through molecular bridge systems: A study of shot noise. *International Journal of Quantum Chemistry*, 108(1), 135- 141.

Pérez Moreno, F. E., & Alvarado Montoya, B. S. (2016). Desarrollo de una herramienta computacional para el diseño y estudio de cimentaciones profundas con pilotes en suelos finos.

2.2.4 Pruebas de Interacción con Humanos a partir de Estructuras Matemáticas

María Alejandra Osorio Angarita⁴¹

Palabras clave: Emergencia, Espacios Topológicos, Imágenes Emergentes, Pruebas de Interacción con Humanos.

La Emergencia es el fenómeno por el cual un objeto de una imagen es imperceptible a través del reconocimiento de elementos individuales, es decir, el objeto se percibe cuando es visto como un todo (Mitra et al, 2009). El objetivo de esta investigación consiste en la construcción de algoritmos que generen imágenes emergentes a partir de estructuras matemáticas, por ejemplo, los espacios topológicos. Estas imágenes se generan de manera computacional y pueden ser usadas en pruebas de separación hombre-máquina denominadas HIPs (Human Interactive Proofs), las cuales se utilizan para dar seguridad a los sitios web. Estas pruebas tienen sus antecedentes desde la Metodología propuesta por Alan Turing en 1950, la cual prueba la inteligencia de un computador por medio de un juego de imitación (Turing, 1950)

Teniendo en cuenta el fenómeno de emergencia, el cual ha sido bien estudiado por la escuela de Gestalt (Ellis, 1938), se propone la generación

⁴¹Candidata a doctora en Ciencias Matemáticas, MSc en Ciencias Matemáticas, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, maaosorioan@unal.edu.co

de imágenes emergentes de forma que no sea fácil descifrar la información por algoritmos computacionales. Por esta razón, se toman estructuras matemáticas como base para su generación, en este caso, los conceptos del Análisis Topológico de Datos, tales como: Nubes de Puntos, Complejos simpliciales, triangulación del espacio, etc. (Zomorodian, 2005), (Zomorodian and Carlsson 2005).

Las imágenes emergentes obtenidas se usan en el desarrollo de Pruebas de Interacción con Humanos (HIP), las cuales son test que permiten diferenciar si un usuario es humano o es un bot (robot, es un sistema automático que simula ser un usuario humano).

Dentro de los objetivos planteados en esta investigación se encuentran: Estudiar el uso de la teoría de Homología Persistente para construir imágenes emergentes, producir una definición formal de las imágenes emergentes desde el Análisis Topológico de Datos. Construir una Prueba de Interacción con Humanos que utiliza imágenes emergentes, diseñar, desarrollar y aplicar un instrumento de evaluación de la prueba diseñada.

Para el desarrollo de esta investigación inicialmente se realizó una amplia revisión bibliográfica, teniendo en cuenta libros de Análisis Topológico de Datos (Edelsbrunner, 2009), Topología Algebraica y manuales de Procesamiento de Imágenes, al igual que artículos y resultados recientes que presentan investigaciones relacionadas y que utilizan el concepto de Emergencia, como principio de la percepción humana. En general, se

estudiaron las fuentes de información y los temas que tienen que ver con Pruebas Interactivas con Humanos, imágenes emergentes (Cañadas et al, 2013), tratamiento de imágenes, Persistencia Homológica y herramientas estadísticas que podrían ser utilizadas y demás artículos relacionados que permitieron profundizar en el conocimiento de estos temas.

Se estudiaron diferentes estructuras y conceptos de Homología Persistente: complejos simpliciales, homologías, grupos homológicos, filtraciones, números de Betti, diagramas de códigos de barras, entre otros (Edelsbrunner, 2002); los cuales son utilizados para crear las máscaras aleatorias que permiten definir matemáticamente las imágenes emergentes. Para lograr este proceso se inicia con una nube de puntos, a partir de dichos puntos se trazan círculos de radios $\varepsilon > 0$ convenientes, se generan los complejos simpliciales, hasta obtener una triangulación del espacio topológico. A partir de esta triangulación se generan las máscaras aleatorias, que permiten eliminar las fronteras de las imágenes del repositorio.

De otra parte, se analizaron los requerimientos para desarrollar una prueba de Interacción con Humanos, la cual utiliza las imágenes emergentes generadas. Posteriormente, se diseñó desarrolló y aplicó un instrumento de validación a 100 usuarios, que permitió conocer la usabilidad, fiabilidad, desempeño y seguridad del sistema. Después de aplicado dicho instrumento, se realizó el correspondiente análisis estadístico de las pruebas realizadas al grupo de usuarios, el cual permitió

determinar la validez de la prueba. Finalmente, se realizaron las correcciones necesarias e implementación de la Prueba Interactiva con Humanos (HIP).

Para el desarrollo del sistema se utilizaron herramientas de software, tales como el lenguaje C++ y el Matlab, que permitieron realizar la implementación de las funciones de procesamiento necesarias, de gestión de base de datos y de la interfaz de usuario del sistema.

Adicionalmente, a las imágenes resultantes se les realizaron pruebas de segmentación, pruebas de detección de bordes y otras pruebas de procesamiento de imágenes, de manera que un programa basado en técnicas de Inteligencia Artificial no sea capaz de identificar las imágenes.

Dentro de los resultados de la investigación se cuenta con un repositorio de imágenes para ser utilizadas en la Prueba Interactiva con Humanos y el sistema que genera las máscaras aleatorias, procesa las imágenes y genera las pruebas de forma totalmente automática. En la figura N° 1 se presentan algunas salidas del sistema, en las cuales se puede observar que las fronteras de las imágenes han perdido su secuencia por la interacción con la máscara generada por el procesamiento de la imagen, de tal manera que al realizar procesos de segmentación la imagen será una nube de puntos que no puede ser identificada por software

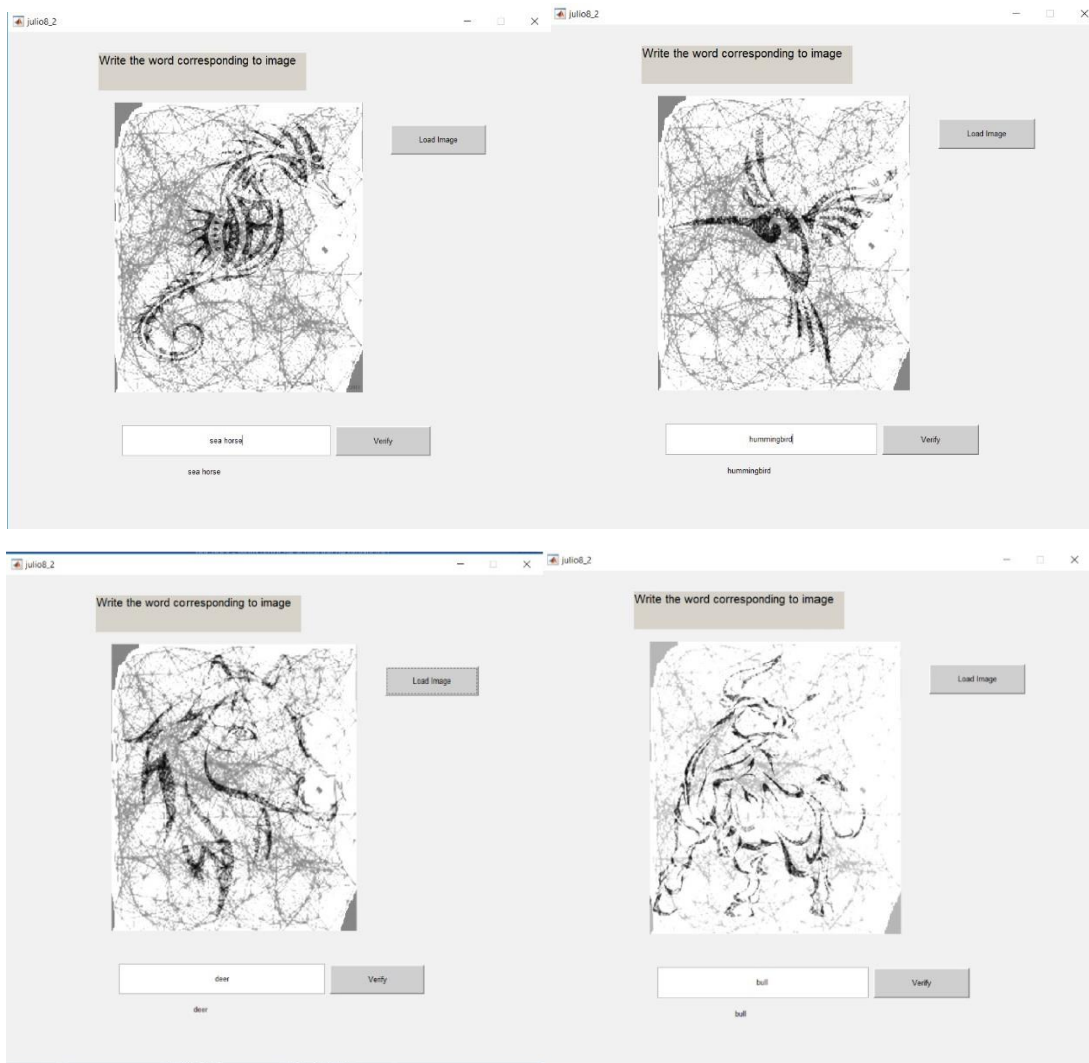


Ilustración 17 Ejemplos de salida de la Prueba Interactiva con Humanos.

Como conclusión general de esta investigación se tiene que las estructuras matemáticas poseen un gran potencial que permite ser utilizado en procesamiento de imágenes y generación de Pruebas Interactivas con Humanos que brindan mayor seguridad a los sitios web, ya que actualmente existen muchos sistemas automáticos que realizan operaciones fraudulentas en la red

Bibliografía

A.M. Cañadas and N.P.P. Vanegas, (2013). Representations of Posets to Generate Emerging Images, Far East Journal of Mathematical Sciences Special, no. II, 139-152.

H. Edelsbrunner, (2009). Computational Topology, an Introduction, Amer. Math. Soc. Providence, Rhode Island.

H. Edelsbrunner, J. Harer, and A. Zomorodian (2002). Topological Persistence and Simplification, Discret and Computational Geometry 28, 511-533.

W. Ellis, (1938). A source book of Gestalt psychology, Vol. 2, Routledge. Taylor y Francis Group. Gran Bretaña.

N. J. Mitra, (2009). H. K. Chu, T. Y. Lee, L. Wolf, H. Yeshurun, and D. Cohen-Or, Emerging Images, ACM Transactions on Graphics 28 no. 5, 8 pp.

A. M. Turing, (1950). Computing Machinery and Intelligence, Mind 49, 433-460.

L. Wolf, A. Zaritsky, and E. Rotman, (2010). EI CAPTCHA; Emerging images CAPTCHA description page.
<http://www.cs.tau.ac.il/haimnach/eicaptcha/description/index.php>.

X. Zhu, (2013). Persistent Homology: An Introduction and a New Text Representation for Natural Language Processing, AAAI Press. Beijing, China, August 3-9.

A. J. Zomorodian (2005). Topology for Computing, Cambridge Monographs on Applied and Computational Mathematics Cambridge University Press, <http://www.cs.dartmouth.edu/~afra/book.html>. 9,25.

A. Zomorodian and G. Carlsson (2005). Computing Persistent Homology, Discrete Comput. Geom. 33, 249-274.

2.2.5 Determinantes sobre los salarios de los jefes de hogar en Colombia (2015)

Erika Alejandra Suárez Díaz⁴²

Palabras clave: Salarios, modelo Logit, educación.

La economía de la educación dada su presencia en cualquier parte del mundo, país o región es de gran importancia. La educación se ha evidenciado como un factor de movilidad social, con lo cual se convierte en un ideal de cambio que permite la generación de desarrollo y crecimiento de una sociedad, además de que dicho factor incide en los salarios que obtiene un individuo y con ello tener la posibilidad de obtener una mejor calidad de vida bien sea personal o familiar

Así, realizar inversión en el capital humano incrementa la productividad del trabajo mediante la adquisición de saberes y la aplicación a su vez de estos en la actividad económica que se realice, pero hacer referencia a una inversión en este aspecto implica que los individuos deben aportar dinero en educación, capacitación, entre otras; sin embargo, el factor educación es del que más se esperan implicaciones, dado que se tiende a tener la idea que existe una relación directamente proporcional entre los salarios (rentabilidad) y la educación, así las ganancias que se obtienen de la inversión en este factor incrementan el stock de capital humano de dichos

⁴²Matemático. Magister en
erika.suarez@usantoto.edu.co

economía.

Universidad

Santo Tomás- Tunja.

individuos.

Los estudios más representativos entorno a la rentabilidad de la educación están enfocados en realizar la estimación de la tasa de retorno de la educación generalmente mediante una estimación de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) sobre la distribución salarial, con lo cual se considera la educación como un insumo que contribuye a la rentabilidad de los salarios. (Prada, C. 2006)

La estimación antes citada, se presenta en (1) y es comúnmente conocida como una ecuación de salarios, la cual fue propuesta en 1974 por Jacobo Mincer

$$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \text{exper} + \beta_2 \text{exper}^2 + \beta_4 \text{educ} + \mu$$

Donde:

y: Salario mensual

exper: Experiencia potencial

exper 2: Cuadrado de la experiencia potencial

educ: Años de educación

Sin embargo, la ecuación (1), también tiene una versión ampliada en la que se pueden agregar algunas otras variables independientes tales como: Género, nivel de formación educativo, estado civil, número de personas que dependen del salario del trabajador, horas mensuales laboradas, tipo de contrato, región entre otras.

Ahora bien, identificar los determinantes que ejercen un efecto decisivo sobre el nivel de salarios que obtiene un individuo que pertenece a la

fuerza laboral de una empresa, ciudad, departamento o país según sea el caso, es de carácter relevante pues permitirán determinar dinámicas de la formación de capital humano y el impacto de esto sobre el bienestar de un núcleo familiar o de un individuo, y con ello fortalecer las políticas al respecto o mejorarlas si es el caso. En Colombia como se cita en Arias, H y Chaves, Á. (2001) se han realizado algunos estudios cuyo enfoque ha estado en evaluar la rentabilidad de la educación, entre los que están: Kungler (1975) encuentra que la tasa de educación primaria se encuentra por debajo de la secundaria, pero no encuentra diferencias significativas entre las secundarias y universitarias; Tenjo (1993) compara la evolución de los retornos a la educación de los asalariados y no asalariados del mercado laboral urbano de Colombia, y su estudio se vuelve un referente en el tema en el país dado que usa la ecuación minceriana pero le agrega algunas variables dummy. Ya en el 2001 Arias, H y Chaves, Á. realizaron un análisis de corte transversal uno para el periodo 1990-1995 dado que se dieron reformas en el mercado laboral del país, y para los años 1999 en el que la economía tiene un proceso crítico y el 2000 en el que aunque la economía colombiana se recuperó no se visualizaron reducciones considerables en el desempleo.

El principal objetivo de este trabajo es analizar las características de rentabilidad de la educación en los jefes de hogar de Colombia en el 2015, y establecer las probabilidades de cambio mediante los factores que sean determinantes. Para lo cual, se estimó un modelo Logit.

Para lo anterior, se hizo uso de la Encuesta Nacional de calidad de Vida

(ENCV) del DANE, con la información del año 2015. La ENCV, se desagrega dentro de su encuesta en un total de 11 factores de los cuales en el presente trabajo sólo se trabajaron 3 de ellos que fueron: Características y composición del hogar, Educación y fuerza de trabajo.

La cantidad inicial de individuos encuestados con la ENCV para el 2015 fue de 76028, y se aplicaron un total de 4 filtros a la información que fueron: Ser jefe de hogar, eliminación de ceros y casillas vacías, eliminación de datos con errores de tipeo y eliminación de datos atípicos, teniendo en cuenta que para este último se hizo uso diagramas box plot; con lo anterior, el número de individuos analizados fue de 6600 jefes de hogar

Para el modelo a estimar, se construyó una variable dependiente denominada dingr, y la cual se definió así:

Dingr = (0: El jefe de hogar tiene un salario menor o igual a 1.3 salarios mínimos

1: El jefe de hogar tiene un salario mayor a 1.3 salarios mínimos

La cual entonces, para el año 2015 y partiendo del hecho que para dicho año el salario mínimo fue de \$ 644350, queda definida así:

Dingr = 0: El jefe de hogar tiene un salario menor o igual a \$ 837655

1: El jefe de hogar tiene un salario mayor a \$ 837655

educación (educ), la experiencia potencial (exper), el cuadrado de la experiencia potencial (exper 2), el sexo (dummy), el estado civil (dummy)

y el tipo de trabajo (empleado del gobierno o empleado privado). La tabla 1, presenta los coeficientes, p-valores, razones de probabilidad y efectos marginales del modelo que se estimó para este año.

Año vs Variables	2015			
Dingr	Coef.	P> z	Odds Ratio	dy/ dx
educ	0.275	0	1.316	0.0584
exper	0.036	0	1.037	0.0077
exper ²	- 0.00034 6	0.04 2	0.999 6	-7.34E- 05
sexo	1.085	0	2.96	0.2041
estadoc	0.130	0.20 6	1.15	0.028
ep	1.481	0	4.40	0.268
eg	3.25	0	25.8	0.654
ed	0(omitte d)		1	
_cons	-6.574	0	0.001395	

Table 10 Coeficientes y p-valores variables dependientes año 2015

La variable estadoc no es estadísticamente significativa, lo cual indica que

en general esta no tiene un impacto significativo sobre la probabilidad de que un jefe de hogar reciba un salario alto.

Para el caso de la variable educ al mismo nivel de significancia, los años de formación escolar marcan una diferencia significativa sobre el salario percibido por los jefes de hogar en Colombia, por lo tanto, en promedio y ceteris paribus un año más de educación aumenta la probabilidad de que el jefe de hogar devengue un salario mayor. Dado que su odd ratio, es mayor a 1, en promedio y ceteris paribus, el jefe de hogar con años de educación es cerca

de 1.3 veces más probable de ganar un salario alto, frente a un jefe de hogar sin años de educación.

exper y exper 2 son significativas ya que presentan signo positivo y negativo respectivamente, así se muestra una buena explicación sobre la variable dingr. Por lo tanto, en promedio y ceteris paribus, un año más de experiencia incrementa la probabilidad de que un jefe de hogar gane un salario alto, y luego de alcanzar sus ingresos máximo, la probabilidad empieza a disminuir a partir de dicho máximo de la experiencia potencial. Las variables ep y eg, son significativas estadísticamente el año 2015, además su coeficiente es positivo, por lo que se ratifica una relación fuerte con respecto a la probabilidad de que un empleado de empresa privada o del gobierno, devengue un salario alto, El caso de la variable ed esta es omitida con el fin de eliminar problemas de colinealidad, lo anterior se da en ceteris paribus.

Finalmente, la variable sexo es significativa y positiva sobre la variable dependiente, lo cual muestra una relación que claramente favorece la

probabilidad de los jefes de hogar de sexo masculino frente a las jefes de hogar de sexo femenino ganen un salario mayor

Por lo tanto, se concluye que los ojos de la teoría del capital humano y la rentabilidad de la educación, el modelo estimado cumple con los supuestos de la teoría, ya que la probabilidad de percibir un mejor salario, depende de factores tales como: Los años de educación, la experiencia, si se es hombre o mujer y el tipo de trabajo.

Bibliografía

Arias, H. Y. A., & Chávez, A. H. (2002). Cálculo de la tasa interna de retorno de la educación en Colombia. Universidad Externado de Colombia.

Kugler, B., de Gómez, M. I., & Posada, A. R. (1979). Educación y mercado de trabajo urbano en Colombia: una comparación entre sectores modernos y no modernos. Corporación Centro Regional de Población, Área Socio-Económica.

Prada, C. F. (2006). ¿Es rentable la decisión de estudiar en Colombia? Vol. 24. No. 51, Edición Especial Educación. Junio, 2006. Pág.: 226-323.

Mincer, J. (1974). Schooling, Experience, and Earnings. Human Behavior & Social Institutions No. 2.

Tenjo, J. (1993). Evolución de los retornos a la inversión en educación 1976- 1989. Planeación y Desarrollo, 24, 85-102.

2.2.6 Prueba estadística no paramétrica y robusta basada en wavelets para la clasificación de series de tiempo

Alejandra Sánchez González⁴³

Palabras clave: estimadores robustos, coeficientes de wavelet, prueba de aleatorización.

El reconocimiento de patrones en series de tiempo, es aplicable en muchas áreas, es un tema importante debido a la potencia que otorga a la analítica de datos. Las series de tiempo aparecen en muchos campos científicos y, por lo tanto, es importante identificar aquellos procesos temporales que siguen un mismo modelo, ya que esto permite clasificar los eventos temporales en grupos con características similares. Las aplicaciones y utilidades de esta teoría se pueden encontrar en Percival (2000), donde se explora el uso de Wavelets para descomponer las trayectorias de diferentes maneras sin perder mucha información, Walter (1999). En particular, trabajamos con la Transformada Wavelets Discreta (WDT) para comprimir la información de la serie. El uso de la WDT mejora el rendimiento computacional significativamente.

El procedimiento estudiado está inspirado en la idea de Maharaj E. A. (2002), que compara pares de series a través del uso de una prueba no parametrizada que se basa principalmente en los coeficientes wavelet de

⁴³Magister en Matemática aplicada, Especialista en estadística, Licenciada en Matemáticas. Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja. Colombia. alejandra.sanchez@usantoto.edu.co.

cada serie temporal y cuya estadística depende de la norma euclidiana de esos coeficientes. Esta prueba presenta buenos resultados en cuanto a su potencia. Sin embargo, su rendimiento disminuye cuando hay presencia de datos atípicos. La propuesta del en este trabajo está orientada a resolver este problema, por lo tanto, diseñamos un procedimiento similar para identificar si un par de series de tiempo siguen un mismo modelo. Es así, como sobre la base de una prueba de tipo no paramétrico, incluimos nuevas normas y estimadores sólidos que producen, en general, mejores resultados para identificar series de tiempo. Además, enfatizamos que nuestra prueba es menos sensible a los valores atípicos. Esta nueva prueba estadística está diseñada bajo la hipótesis nula de que las series temporales siguen el mismo modelo. Por lo tanto, si dos series de tiempo provienen del mismo modelo, entonces la descomposición de wavelets para ambas series debe ser la misma y, por lo tanto, cualquier transformación, por ejemplo, una norma, de esos coeficientes debe ser también la misma. En general el objetivo, es probar si diferentes series fueron producidas por el mismo proceso estocástico generador. Estos estimadores robustos se proponen como una herramienta adecuada para los modelos de inferencia estadística, básicamente esta prueba debe aplicarse para situaciones en las que se detectan desviaciones de los supuestos o los datos muestran evidencia de valores atípicos, Ortiz. M (1988).

Así, definimos la prueba de hipótesis de la siguiente manera. Sean X_t e Y_t dos procesos estacionarios, ya sea lineal o no lineal, que siguen los modelos P_x y P_y , respectivamente. Nos interesa la siguiente hipótesis de prueba:

$$H_0: P_x = P_y \quad (1)$$

$$H_a: P_x \neq P_y$$

Es decir, queremos probar si el proceso de generación es el mismo para ambas series. Luego, tomando pares de series $X(t)$ e $Y(t)$, generadas mediante la simulación de modelos ARIMA y GARCH, con diferentes parámetros, las cuales se descomponen a través de las funciones de wavelet para obtener sus coeficientes de detalle, utilizando las wavelets que pertenecen a la familia Daubechies en los niveles 1 a 3. El procedimiento de prueba para la hipótesis se basa en las estadísticas definidas como la relación entre la norma euclidiana para el coeficiente de wavelet de las dos series, como propusieron Elizabeth y Maharaj (2002), nuestro aporte incluye la norma 1, la norma infinita, y tres estimadores de robustez comprobada como lo es la mediana y las medias recortadas al 5% y 10%. Al mencionar estimadores robustos, término introducido por Box (1953), para un proceso insensible a las desviaciones de los supuestos en los que se basa la prueba de aleatorización, lo que garantiza una mayor insensibilidad a la presencia de irregularidades. El problema aquí es que la distribución asintótica de las estadísticas indicadas es desconocida, incluso para $p =$

Por lo tanto, esta prueba debe realizarse a través de un proceso de aleatorización no paramétrica. La estadística de prueba se describe a continuación:

$$R(\lambda) = \frac{\|W_x(\lambda, t)\|_p}{\|W_y(\lambda, t)\|_p}$$

Donde p corresponde a la norma seleccionada o en su defecto a estimador elegido. Con $W_x(\lambda, t)$ y $W_y(\lambda, t)$, los coeficientes de detalle para las series $x(t)$ y $y(t)$. Se realizan 4000 intercambios entre los coeficientes de wavelet para ambas series, para obtener la probabilidad de significación para el valor observado para $R(\lambda)$, mediante una proporción de los valores para el estadístico calculado después de un número significativo de intercambios. El enfoque para la prueba de aleatorización requiere una prueba de sensibilidad, en la cual, a través del cálculo de la potencia y el tamaño, determinamos la confiabilidad de dicha prueba. Para el cálculo de la potencia, se compararon pares pertenecientes a diferentes modelos, la prueba de aleatorización con una de las estadísticas propuestas, obteniendo el p -value, que, en este caso, requiere valores cercanos a uno. Para el cálculo de tamaño se evaluaron series del mismo modelo, mostrando valores cercanos a cero. El poder de una prueba se mide como la probabilidad de rechazar la hipótesis cuando debe rechazarse, mientras que el tamaño de una prueba es la probabilidad de rechazar lo que no debe rechazarse; eso significa que una buena prueba es aquella que mantiene un tamaño más bajo y una potencia alta, reduciendo los errores de tipo uno y dos al mínimo, en Alonso y Maharaj (2005).

AR (1)	AR (1)	AR (1)	AR (1)	MA (1)	ARMA (1,1)	ARIMA(1,1,1)	GARCH (1,1)
0.2	0.4	0.6	0.8	0.	0.7,0.3	-0.5,0.4	0.5,0.3
				1			
0.0	0.9	1	1	0.68	1	1	1
69	81			8			
	0.0	0.9	1	1	1	1	1
	94	99					
		0.1	1	1	0.946	1	1
		68					
			0.3	1	1	1	0.952
			46				
				0.05	1	1	1
				5			
					0.215	1	0.688
						0.912	1
							0.274

Table 11 Estimaciones de potencia y tamaño para estadísticas basadas en la mediana para la norma 1, $T = 512$

La simulación realizada muestra un rendimiento bastante bueno, mostrando valores razonables de potencia y tamaño, por medio de la familia Daubichies. La prueba se puede aplicar con éxito para comparar patrones para pares de series de tiempo, que es una nueva contribución a las teorías de clasificación de series. Las ventajas del uso de DWT son

altamente reconocidas en la literatura actual, su potencial está correlacionado con la compresión de series de gran longitud, manteniendo la información relevante de la serie, así como la aplicación al filtrado de detección de ruido y singularidades. La detección de valores atípicos, en un lado diferente, mediante el uso de funciones de wavelet, permite la detección de cambios repentinos en el conjunto de series, lo que contribuye a la corrección de datos atípicos en la serie, lo que a su vez puede conducir a un sesgo de estimación o inferencias no válidas.

Bibliografía

- Percival D. Wavelet methods for time series analysis. Cambridge University Press, Cambridge. Walden AT (2000)
- J. Walter. "A primer on wavelets and their scientific applications". University of Wisconsin-Eau Claire, Hall/CRC. (1999).
- Maharaj, E.A. Pattern Recognition of Time Series using Wavelets. "Econometrics and Business Statistics, Monash University, Australia". 1-5. (2002).
- Ortiz, M. "Inferencia Estadística Robusta", Universidad Veracruzana, México. (1988)
- Alonso, A.M. & Maharaj, E.A. Comparison of time series using subsampling. Computational Statistics and Data Analysis. 2589-259. (2005).

2.2.7 Estimación del exponente de Hurst para la serie de tiempo de log-retornos diarios del índice bursátil colombiano IGBC

Tathiana Yesenia Coy Mondragón⁴⁴

Palabras clave: Exponente de Hurts; método R/S; método DFA.

Los mercados financieros son sistemas complejos con muchos elementos internos que interactúan entre sí. La dinámica de estos mercados es difícil de entender no sólo por la complejidad de dichas interacciones sino por la cantidad de factores externos que actúan sobre dichos mercados. Debido a que la naturaleza de estas interacciones es desconocida y la forma en que los factores externos actúan sobre ellos, se puede tratar de comprender las leyes que gobiernan los mercados financieros a través de estudios empíricos de ciertos observables (precios de transacción, el volumen negociado, la frecuencia de negociación, los valores de los índices de mercado) que se generan a partir de dichas interacciones. El primer modelo para estudiar el cambio de precios fue presentado por Bachelier en 1900 en su tesis doctoral titulada “Teoría de la especulación” (Bachelier L., 1900), su trabajo propuso modelar el cambio de precios de ciertos activos financieros por un proceso estocástico Gaussiano (un movimiento Browniano).

El movimiento Browniano descubierto desde principios del siglo diecinueve por el botánico Robert Brown (Brown, R., 1828), y explicado a

⁴⁴Físico, Magister en Ciencias- Física, Universidad Santo Tomás, Tunja, tathiana.coy@usantoto.edu.co.

principios del siglo veinte por Albert Einstein (Einstein, A., 1905), y Kolmogorov (Kolmogorov A. N., 1954), describe el comportamiento de una partícula Browniana en términos de su desplazamiento en un intervalo de tiempo, el cual es independiente los desplazamientos pasados. Actualmente es una herramienta ampliamente utilizada para explicar fenómenos en áreas como física, biología, finanzas, ingeniería y muchas más. Este modelo fue uno de los primeros en utilizarse para describir series de tiempo visto como un proceso estocástico, la caracterización del tipo de memoria en las series de tiempo financieras se ha estudiado implementando algunos métodos de mecánica estadística (Mantenga, R. N., & Stanley, H. E., 2000), con el objetivo de determinar la existencia de correlación temporal de largo rango (o memoria larga) en dichas series. La memoria larga, también llamada persistencia

de largo rango, se asocia con leyes de potencia del tipo $c(h)|h|^{-\beta}$, y es medida frecuentemente en términos del exponente de Hurst (H) (Keshner, M. S, 1982), (Hurst, H.E., 1951), (Beran, J., 1994). Este tipo de correlación temporal de largo rango se caracteriza por seguir una ley de potencia, que para algunos casos específicos se puede escribir a través de un parámetro de escala o dimensión fractal (D) (Mandelbrot B. B., 1982), (Feder, J., (1988). Por ejemplo, para el caso de una serie de tiempo autosimilar y autoafín, la dimensión fractal D está relacionada con el exponente de Hurst H (Hurst, H.E., 1951). Sin embargo, es importante resaltar que en general D y H son parámetros independientes, que tienen diferente naturaleza: Mientras que la dimensión fractal representa una propiedad local, la correlación temporal de largo rango representa una

propiedad global. Para el caso de procesos autofines, estos dos parámetros están estrechamente vinculados, tal como sucede con el ruido gaussiano fraccional y con el movimiento browniano fraccional. Para tal caso, debido a que las propiedades locales se reflejan en las propiedades globales, estos dos parámetros están relacionados como $D + H = n + 1$, siendo n una constante. En el caso específico en el que $n = 1$, la relación entre D y H toma la forma $D = 2 - H$.

De acuerdo con lo anterior, la caracterización de la correlación temporal de largo rango en una serie de tiempo se realiza a partir de estimar el exponente de autosimilaridad de la serie o exponente de Hurst H . El primer método implementado para estimar H , usando una relación empírica llamada de rango reescalado (R/S) (en inglés Rescaled-Range), fue desarrollado por Harold Edwin Hurst en 1951. Este método, que en proyecto es llamado método de rango escalado clásico (R/SC), sin embargo, se ha demostrado que el método R/SC presenta algunas limitaciones, especialmente cuando la serie de tiempo no es lo suficientemente larga. Por esta razón, han sido propuestas varias modificaciones del

método R/SC para solucionar el anterior problema. Otro de los métodos más populares para estimar H es el llamado método DFA (Detrended Fluctuation Analysis), el cual fue propuesto por Peng, y que fue empleado para estudiar la existencia de posibles correlaciones temporales en secuencias de moléculas de DNA, también es empleado el método DFAM o

método de remoción de tendencias dependiente del grado del polinomio m , conduce a un análisis jerárquico de las fluctuaciones y permite que la correlación temporal sea medida a través de la estimación de H , pero eliminando la influencia de las tendencias. El valor específico de H , para el caso particular de una serie de tiempo de log- retornos diarios de índices bursátiles, es interpretado de la siguiente manera: si $H = 1/2$, los log-retornos son completamente independientes, por lo que no existe correlación temporal entre ellos y la serie se comporta como un proceso estocástico tipo movimiento browniano simple; si $1/2 \leq H < 1$, la serie es persistente, con lo cual existe memoria de largo rango y los log-retornos presentan correlación temporal; si $0 < H \leq 1/2$, la serie es anti-persistente, lo cual indica un comportamiento caótico de los log-retornos y la serie se comporta como una serie fractal.

Por lo anterior, en esta investigación se abordó el estudio las series de tiempo de log- retornos diarios del índice bursátil Colombiano IGBC, considerando una ventana completa de observación (periodo comprendido entre 2001 y 2016) y un total de 2915 datos, los exponentes de Hurst son estimados, se determinaron usando los métodos R/SC, R/SG y DFAM (con $m=0; 1; 2$) implementando una rutina en Matlab. Se consideró un tamaño óptimo de paquete $a=140$, el cual es obtenido a partir de un análisis gráfico del comportamiento de H en función del tamaño de paquete (a). Este método gráfico, que permite encontrar el tamaño óptimo del paquete, fue implementado con anterioridad en el desarrollo de dos trabajos de grado en los que se estudiaron series de tiempo de variaciones

diarias de temperaturas y series de tiempo sísmicas. En la Tabla 1 se presentan los valores de H obtenidos usando la ventana optima $a=140$, para las series de tiempo de log-retornos del índice bursátil.

Método	H
R/SC	0.6194
R/SG	0.5423
DFA0	0.5548
DFA1	0.5359
DFA2	0.5384

Table 12 Exponentes de Hurst estimados con los métodos R/SC, R/SG y DFA

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla 1, es evidente la que el método R/SC sobreestima el valor de H para este caso, donde la serie de tiempo estudiada tiene un número de datos menor a 5000. Se determinó que $H > 0.5$, es decir que esta serie de tiempo es persistente, o sea que presentan correlación temporal de largo rango.

Bibliografía

- Bachelier L., (1900). Théorie de la spéculation. JAnnales Scientifiques de l'école Normale Supérieure, 3(17), 21-86.
- Beran, J., (1994). Statistics for Long-Memory Processes. Chapman Hall
- Brown, R., (1828). Microscopical observation on the particles contained in the pollen of plants and on the general existence of active molecules in

organic and inorganic bodic. Edin. Phil. Journal, 358-371.

Einstein, A., (1905). On the momvement of small particles suspended in a stationary liquid demanded by the molecular kinetic theory of heat. Ann. D. Phys, 17, 549-560.

Feder, J., (1988). Fractal Structure of Hydrodynamic in Poros Media. Fractals. Plenum Pres.

Hurst, H.E., (1951) Transactions of the American Society of Civil Engineers 116, 770-799 Keshner, M. S, (1982). Magnetic hyperthermia. Proceedings of the IEEE 70(3), 212-218

Kolmogorov A. N., (1954). On conservation of conditionally periodic motions for a small change in Hamilton's funtion. Dokl Akad Naukk SSBB, 98, 527-530.

Kumar, A., Pan, F., Husain, S., Akansel, S., Brucas, R., Bergqvist, L., ... Svedlindh, P. (2017). Temperature-dependent Gilbert damping of Co₂FeAl thin films with different degree of atomic order. KTH Royal Institute of Technology.

Mandelbrot B. B., (1982). The Fractal Geometry of Nature. New York: W. H Mantenga, R. N., & Stanley, H. E., (2000). An introduction to econophysics, correlation an complexity in finance. Cambridg University Press.

2.2.8 Análisis del clima local mediante la correlación de variables solares y geomagnéticas

Danny J. Martínez⁴⁵, Jossitt Williams Vargas⁴⁶

Palabras clave: Variables climáticas.

Desde 1975 los satélites operacionales geoestacionarios de NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION NOAA, localizados en el plano ecuatorial geográfico de la tierra, y ubicados aproximadamente a 6.6 radios terrestres del centro del planeta, han llevado magnetómetros para monitoreo del campo geomagnético y sus variaciones. Típicamente, hay dos satélites operacionales. Uno localizado sobre la costa este de los Estados Unidos, y uno en el pacífico, algo más allá de la zona continental. Las mediciones de campo geomagnético son importantes para la interpretación de datos de partículas energéticas y para proveer alertas sobre el inicio de tormentas geomagnéticas, además de ser útiles para la creación de modelos del campo magnético terrestre, que ayudan a la predicción de acumulación y liberación de energía en la magnetósfera. Dichas medidas pueden ser usadas para validar modelos de gran escala de la magnetósfera y la ionosfera acopladas (SWPC, 2019).

⁴⁵Ph.D. (c) Applied Nuclear Physics, Idaho State University. Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja. Colombia. danny.martinez@usantoto.edu.co

⁴⁶PhD. Física nuclear y de partículas, Universidad Santiago de Compostela. Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja. Colombia. jossitt.vargas@usantoto.edu.co.

Las tormentas geomagnéticas crean grandes disturbios en la ionosfera. Las corrientes y energía inducidas por la tormenta acentúan la ionosfera e incrementa el número total de electrones ionosféricos. Los sistemas GPS son incapaces de modelar estos incrementos dinámicos y se introducen errores en los cálculos de posición. Esto ocurre usualmente a altas latitudes, aunque tormentas mayores son capaces de alterar la cuenta de electrones en latitudes medias. Cerca del ecuador magnético terrestre hay sistemas de corrientes y campos eléctricos que crean inestabilidades en la ionosfera, siendo más severas después del ocaso. Estas inestabilidades de menor escala (decenas de kilómetros) o burbujas, causan perturbaciones en las señales de GPS, produciendo dispersión de las ondas electromagnéticas al atravesarlas. Son parte del ciclo día-noche de la ionosfera y no son producidas por tormentas geomagnéticas (SWPC, 2019).

Las tormentas geomagnéticas son la mayor fuente de perturbación en la magnetosfera terrestre. Dichas tormentas resultan de variaciones en el viento solar, que producen grandes cambios en las corrientes, plasmas, y campos en la magnetosfera terrestre. Las condiciones de viento solar que son efectivas para crear tormentas geomagnéticas son períodos de muchas o pocas horas de viento solar de alta velocidad, y lo más importante, el campo magnético del viento solar dirigido en sentido sur (opuesto a la dirección del campo terrestre) en el lado diurno de la magnetosfera. Estas condiciones son un medio efectivo para la transferencia de energía desde

el viento solar hacia la magnetosfera terrestre. Las más grandes tormentas que resultan de estas condiciones están relacionadas con eyecciones de masa de la corona solar, donde mil millones de toneladas de plasma con su campo magnético intrínseco llegan a la tierra. Las eyecciones de masa de la corona solar usualmente toman varios días en llegar a la tierra. Las tormentas más intensas pueden llegar en un período corto de 18 horas. Otras perturbaciones del viento solar que crean condiciones favorables para las tormentas geomagnéticas son las corrientes de viento solar de alta velocidad, que barre el viento solar de baja velocidad y crea regiones de interacción y rotación. Estas regiones son frecuentemente relacionadas con tormentas geomagnéticas que, aunque de menor magnitud que las causadas por eyecciones de la corona solar, depositan mayores cantidades de energía en la magnetosfera en un intervalo de tiempo mayor. Las tormentas resultan en intensas corrientes en la magnetosfera, cambiando los cinturones de radiación y alterando la temperatura de la ionosfera y la región más alta de la atmósfera, conocida como termosfera. En el espacio un anillo de corriente hacia el oeste rodeando la tierra, produce perturbaciones magnéticas a nivel del suelo. Una medida de esta corriente, es el índice de tiempo de tormenta, históricamente usado para caracterizar el tamaño de la tormenta geomagnética (SWPC, 2019).

Estos fenómenos del clima espacial y la alta atmósfera tienen una posible incidencia en fenómenos climáticos y su análisis puede aportar valiosos datos del clima local del entorno en tiempo real. También podría evidenciar información sobre la posible relación con fenómenos atípicos, tales como

el niño y la niña. El objetivo de este trabajo es encontrar posibles patrones de correlación entre diversas variables de clima espacial y de haberlos, encontrar una función de distribución que lo(s) describa y permita hacer predicciones a futuro.

El primer paso fue la organización de los datos recopilados en múltiples formatos .txt de la agencia estadounidense SPACE WEATHER PREDICTION CENTER (SWPC), y aunque también se recurrió a agencias de Australia y Rusia, no existe un consenso mundial respecto al formato y convenciones con las que la información debe aparecer. Este trabajo presenta entonces datos de la SWPC formateado mediante el uso de shell scripting en LINUX, programando scripts en ROOT (CERN) que permitan graficar la información reunida y así revisar la posible dependencia entre flujo de electrones, protones, número de manchas solares y área de las mismas (Brun, 1996), inicialmente esperando patrones de correlación que puedan ser ajustadas mediante un ajuste o FIT (Junk, 2014).

Las posibles explicaciones al aumento o disminución en el flujo de protones o electrones medidos corresponden a fenómenos solares íntimamente ligados a la aparición de manchas solares, o bien a tormentas solares causadas por las eyecciones de masa de la corona solar. No pretendemos dar explicaciones en el presente estadio de la investigación, sin embargo, es evidente el aumento o disminución del mencionado flujo de partículas cargadas cuando se revisa el ciclo de manchas solares de once años. Resulta también interesante la apariencia más marcada de dicha variación con

respecto a la energía de las partículas (Fig. 1).

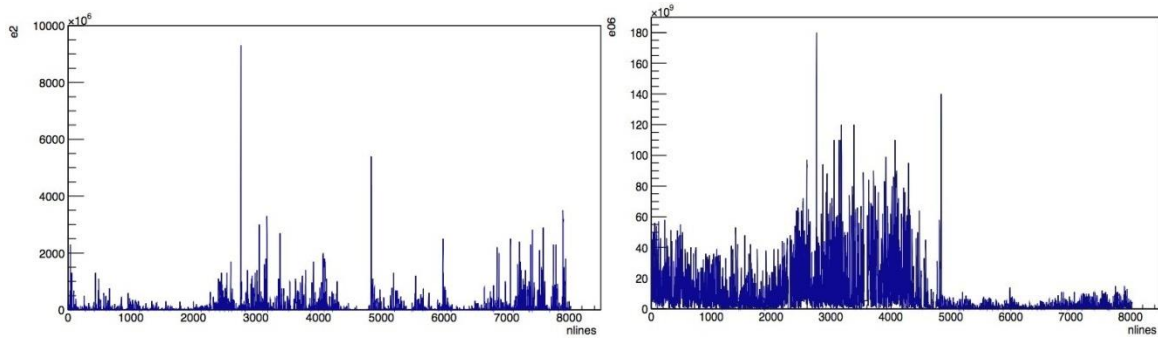
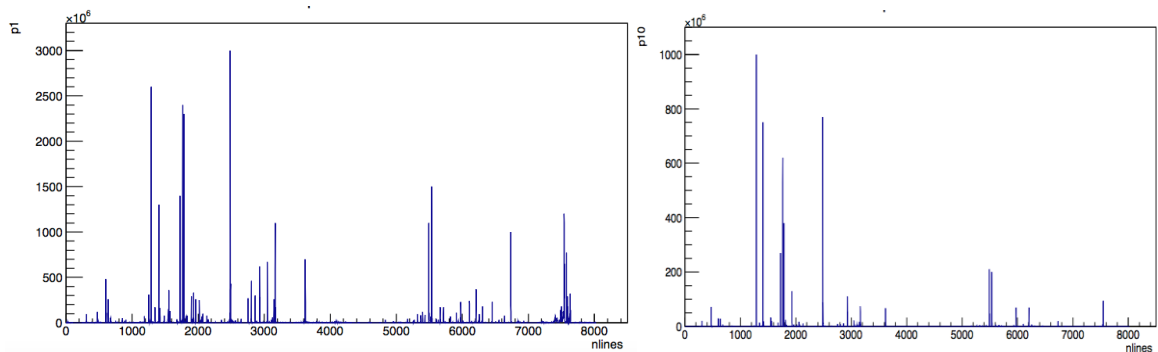


Ilustración 18 Flujo de electrones en función del tiempo (1997-2018, cada bin corresponde a un día). Izquierda: Electrones con energía mayor a 2 MeV. Derecha: Electrones con energía mayor a 6 MeV.

De igual manera los protones muestran comportamientos similares, si bien no tan marcados como en el caso de los electrones (Fig. 2).



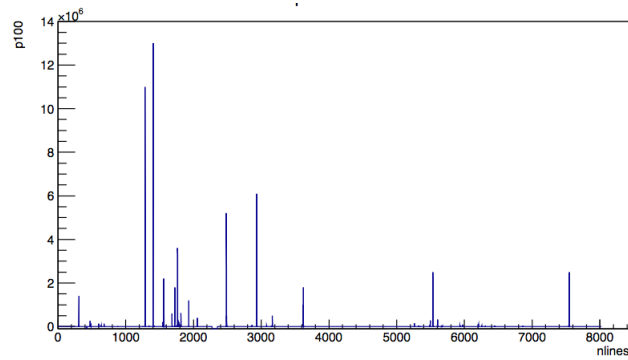
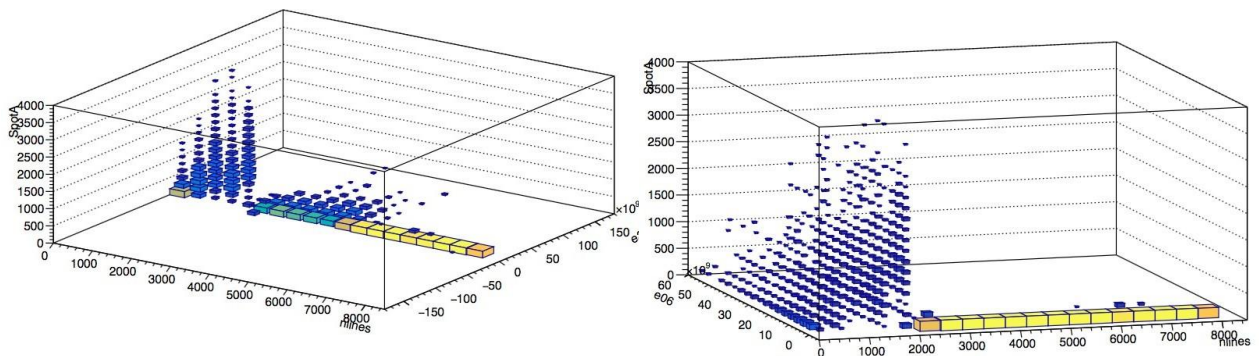


Ilustración 19 Flujo de protones en función del tiempo (1997-2018, cada bin corresponde a un día). Izquierda: Protones con energía mayor a 1 MeV. Derecha: Protones con energía mayor a 10 MeV. Abajo: Protones con energía mayor a 100 MeV

Cuando se revisa flujo de electrones o protones en función de las manchas solares (número y área de las mismas), se hace evidente un aumento (disminución) en función del ciclo de aparición de dichas manchas (Fig. 3).



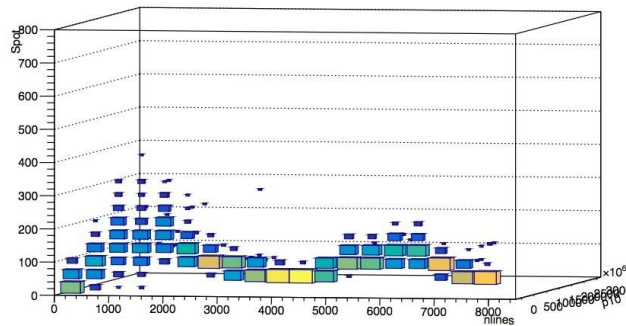


Ilustración 20 Arriba: Área de las manchas solares vs. electrones ($E > 2$ y 6 MeV) vs. tiempo en días. Abajo: Número de manchas solares vs. protones vs. tiempo en días.

Para que nuestras suposiciones tengan el menor sesgo posible, es necesario buscar posibles patrones de los flujos de protones y electrones respecto a tormentas solares causadas entre otras cosas por eyecciones coronales. Uno de los puntos álgidos es la recabación de datos de este tipo, ya que, como se mencionó antes, la información viene de distintas fuentes y en formatos disímiles, muchas veces sin documentación respecto al tipo de convenciones adoptadas para fenómenos particulares de las eyecciones, tales como rayos-X y otras variables. Se proyecta el uso de al menos otras dos variables solares y el uso de una mayor cantidad de datos, pues existen algunos datos de la SWPC que datan de 1966, y no fueron usados en el presente trabajo dada la necesidad de editar manualmente varios años de notas escuetas tomadas en EEUU antes del uso de los satélites de NOAA.

Bibliografía

- Junk T. (2014). Data Analysis and Statistical Methods in Experimental Particle Physics. USA, Batavia Illinois: Fermilab.
- Barlow R. (2003). Introduction to Statistical Issues in Particle Physics.
PHYSTAT2003, SLAC, Stanford, California, September 8-11,
- Brun R et al. (1996). ROOT - An Object Oriented Data Analysis Framework, Proceedings AIHENP'96 Workshop, Lausanne, Nucl. Inst. & Meth. In
- Phys. Res. A 389 (1997) 81-86. See ROOT (2009)— A C++ framework for petabyte data storage, statistical analysis and visualization. Computer Physics Communications; Anniversary Issue; Volume 180, Issue 12, Pages 2499-2512.
- SpaceWeather Prediction Center. (2019). Disponible en: <https://www.swpc.noaa.gov/>

2.2.9 Simulación de Cascadas Producidas Por Rayos Cósmicos En Un Rango De Energía de $\sim 10^9$ eV hasta $\sim 10^{11}$ eV.

Aura Jazmín Pérez Rios, Jossitt Williams Vargas Cruz

Palabras clave: Rayos cósmicos, Simulación, Corsika

Hace más de 100 años que se descubrió la existencia de unas partículas altamente energéticas, las cuales tienen la suficiente energía para atravesar la atmósfera e interactuar con las moléculas que componen el aire. Estas partículas fueron llamadas Rayos Cósmicos (Cosmic Rays CRs) por Robert Millikian en 1925, 14 años después de su descubrimiento. Los CRs están compuestas por núcleos cargados de elementos químicos y otras partículas como protones, electrones, neutrones, gammas y antimateria, que provienen fuera de la atmósfera terrestre. Los CRs tienen diferentes fuentes de origen en el universo dependiendo de su energía; los CRs de energía más baja ($\sim 10^9$ eV) son producidos por las estrellas ordinarias como el Sol, los (CRs) de más alta energía ($\sim 10^{11}$ eV) se desconoce su origen, aunque algunos estudios dicen que su procedencia viene de las explosiones de las supernovas y la posterior aceleración en la Galaxia y otras fuentes como Svalgaard (2013)

Para realizar el estudio de los rayos cósmicos (CRs) existen algunos métodos; mediciones directas de los rayos cósmicos (CRs), por las observaciones de la cascada de aire y la detección por medio de monitores

de neutrones, telescopio de muones, detectores gaseosos y de centelleo como se muestra Hörandel, J. R. (2008). Para la detección de rayos cósmicos de alta energía, la tarea es complicada; ya que la tasa de partículas incidentes se hace tan pequeña y su poder de penetración en un detector se hace tan grande, que sería necesario el uso de detectores de una superficie y de un espesor másico tan grande, que su colocación en satélites o globos se hace inviable desde los puntos de vista técnico y económico Abeysekara, A. U (2014). Algunas colaboraciones alrededor del mundo han observado partículas cósmicas en un amplio rango de energías, que abarca desde energías menores a 10^9 eV hasta valores mayores a 10^{20} eV. En la Figura 1 se muestra el flujo de partículas cósmicas en función de la energía. Distintos métodos experimentales se utilizan para detectar partículas cósmicas según la energía que posean Hoerandel, J. R. (2003).

El objetivo de este trabajo es simular las partículas generadas por un rayo cósmico primario, al interactuar con los núcleos de la atmósfera terrestre, con energías desde $\sim 10^9$ eV hasta $\sim 10^6$ GeV, para diferentes tipos de partículas, núcleos livianos y núcleos pesados. El análisis se realizó para las coordenadas magnéticas y geoFiguras de la ciudad de Tunja, Boyacá. Con estos resultados, esperamos identificar qué partículas secundarias tienen los mayores recuentos estadísticos y poder optimizar el rendimiento del detector, con el fin de compararlas con diferentes instalaciones de investigación en el mundo, además en Colombia no se ha realizado este tipo de estudios y menos con los parámetros de Tunja. El resultado preliminar servirá para la construcción de un laboratorio de detección de Rayos

Cósmicos en Tunja, con el objetivo de participar con la colaboración internacional CORSAIR (COsmic Ray SimulAtIon netwoRk: es una red internacional para la simulación sistemática de cascadas de aire de rayos cósmicos en todo el mundo para identificar nuevas y mejores métodos para su estudio).

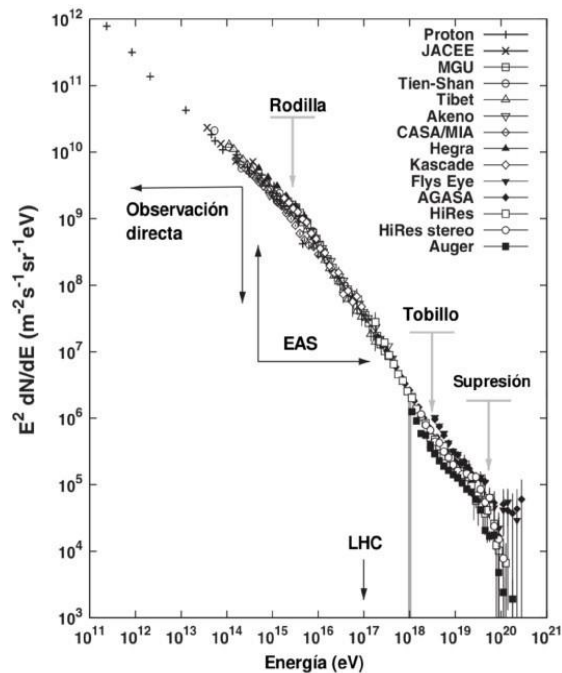


Ilustración 21 Espectro de Energía de los Rayos Cósmicos (CRs). Se pueden observar las tres regiones energéticas: rodilla, tobillo y la zona de supresión. Como referencia, se incluye la energía de protones acelerados en el LHC a 7 TeV, $E_{cm} = 14 \text{ TeV}$ (figura tomada Hörandel, J. R. (2008)).

Utilizando CORSIKA, se simularon diferentes haces primarios: gamma, protón, helio, carbono y hierro, haciendo así un semi barrido desde una partícula liviana hasta una de las partículas mas pesadas, teniendo en cuenta los parámetros de simulación como lo son: partícula primaria,

energía de la partícula primaria y las coordenadas geoFiguras y magnéticas de Tunja – Boyacá.

Las energías utilizadas para simulación del rayo cósmico primario están en el rango desde 10 GeV hasta $\sim 10^5$ GeV; las coordenadas geoFiguras son: longitud

-73,3, latitud 5,54 y altitud 2800 m.s.n.m. y magnéticas: 27,2 nT y 15,3 nT, datos obtenidos de la National Oceanic and Atmospheric Administration, correspondiente, como ya se dijo antes, a la ciudad de Tunja – Boyaca.

A partir de los parámetros nombrados en el párrafo anterior se calculó el flujo de

cada partícula, como se observa en las Figura 2 y 3; donde la partícula con menor flujo es el hierro (Figura 3) y las de mayor flujo son el protón y el gamma (Figura 2).

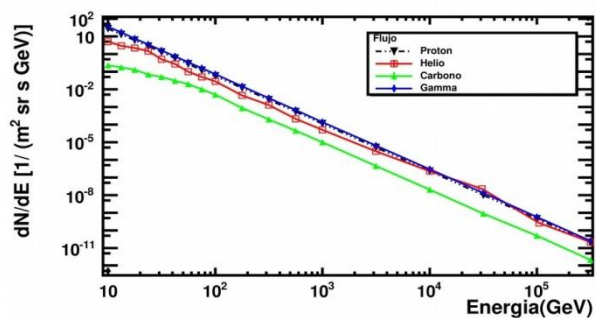


Ilustración 22 Flujo de las partículas: protón (negra), helio (roja), carbono (verde) y gamma (azul).

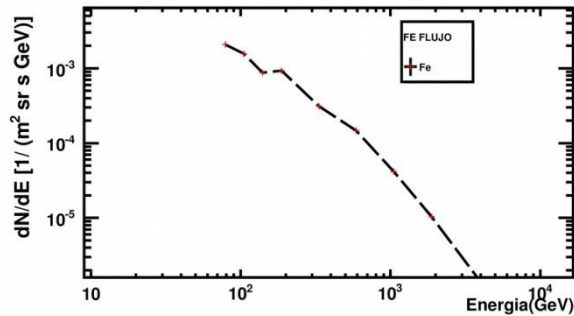


Ilustración 23 Flujo de la partícula de hierro (negra).

Los datos que se obtuvieron de flujo en función de la energía en la simulación para las diferentes partículas primarias cumplen con la ley de potencia; es decir, que el flujo disminuye con respecto a la energía, como se muestra en la Figura 1; además se comprobó la dependencia del flujo con respecto a la energía y que los elementos pesados tienden a tener menos flujos.

Bibliografía

- Svalgaard, L. (2013). Solar activity past, present, future. *Journal of Space Weather and Space Climate*, 3, A24.
- Hörandel, J. R. (2008). The origin of galactic cosmic rays. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 588(1), 181-188.
- Abeysekara, A. U., et al., (2014). Observation of small-scale anisotropy in the arrival direction distribution of TeV cosmic rays with HAWC. *arXiv preprint arXiv:1408.4805*.
- Hörandel, J. R. (2003). On the knee in the energy spectrum of cosmic

rays.

Astroparticle Physics, 19(2), 193-220.

- Hörandel, J. R. (2008). The origin of galactic cosmic rays. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 588(1), 181-188.

2.2.10 Simulación Computacional De los Efectos Físicos de la Interacción del Haz de Iones de ^{124}Sn a Través del Plano Focal Dispersivo del FRS

María Fernanda Robles, Jossitt Vargas

Palabras clave: Espectrómetro magnético, Simulación, Geant4

En la actualidad a nivel mundial se están llevando a cabo grandes investigaciones en el área de física nuclear y partículas, debido a ello se han construido, se están construyendo y se construirán aceleradores distribuidos por todo el mundo. En estos aceleradores se producen haces de diferentes partículas e isótopos los cuales pueden ser acelerados a diferentes energías pueden ser bajas, medias y altas, debido a la complejidad, de los experimentos y de su costo económico, está dando la creación de un reducido número de grandes centros de carácter internacional. Un claro ejemplo lo constituye FAIR, (Facility for Anti-proton and Ion Research) en el GSI (2019). En este centro se desarrollan importantes experimentos con iones pesados entre los cuales se encuentran el experimento S364 desarrollada en la tesis Vargas(2014), el cual produce y acelera un haz de ^{124}Sn y su paso a través del Separador de fragmentos (o Fragment Separator (FRS) de sus siglas en inglés). Estos centros utilizan la simulación computacional como una guía previa al experimento.

En este trabajo se usó Geant4 para simular el perfil del haz de ^{124}Sn y su

paso a través del Fragment Separator (FRS) usando la técnica Monte Carlo y la interacción radiación materia implementada en Geant4 a energías relativistas, los resultados de esta simulación analizan el efecto del straggling que presenta el haz de ^{124}Sn . Cabe mencionar que el perfil del haz de ^{124}Sn y su paso a través del FRS ya se ha simulado con dos programas los cuales son: MOCADI y LISE ++, pero Geant4 permite el seguimiento de cada uno de los eventos (Tracking) que con programas como MOCADI y LISE ++ no es posible. Los objetivos principales de este trabajo consistieron en: validar el código de Geant4 para el transporte de iones pesados y la observación del efecto del straggling en el haz de ^{124}Sn en la simulación.

Para llevar a cabo la simulación, Geant4 presenta varios modelos los cuales simulan el Straggling Angular y el Straggling de Energía de un haz de partículas. Para la comprensión del concepto de straggling angular se entiende que se envía un haz, el cual atraviesa un material, las partículas que componen al haz cada una es desviada en diferentes ángulos pequeños generando una dispersión del haz después de que este atraviesa el material. El straggling de energía sucede cuando cada una de las partículas que componen el haz después de interactuar con el material mostrara una distribución de energía, la cual varia con la distancia a lo largo de la trayectoria de la partícula, donde la primera parte de la distribución de energía es más ancha con respecto a la distancia de penetración como se explica en Knoll, G (1999) .

El desarrollo de la simulación del perfil del haz de ^{124}Sn en el software Geant4, comenzó con la construcción de las geométricas que componen al FRS, el llamado a los procesos físicos, la asignación de parámetros de entrada y salida acordes al experimento S364, concluido esto se lanzó la simulación con un numero de eventos de 1×10^6 y se analizaron los datos obtenidos con el software ROOT desarrollado por Rene,B y Rademakers, F(1997).

Para comprender la diferencia entre los diferentes perfiles del haz ^{124}Sn ; primero se simuló como una fuente puntual, luego un haz con ensanchamiento en posición, como se muestra a continuación:

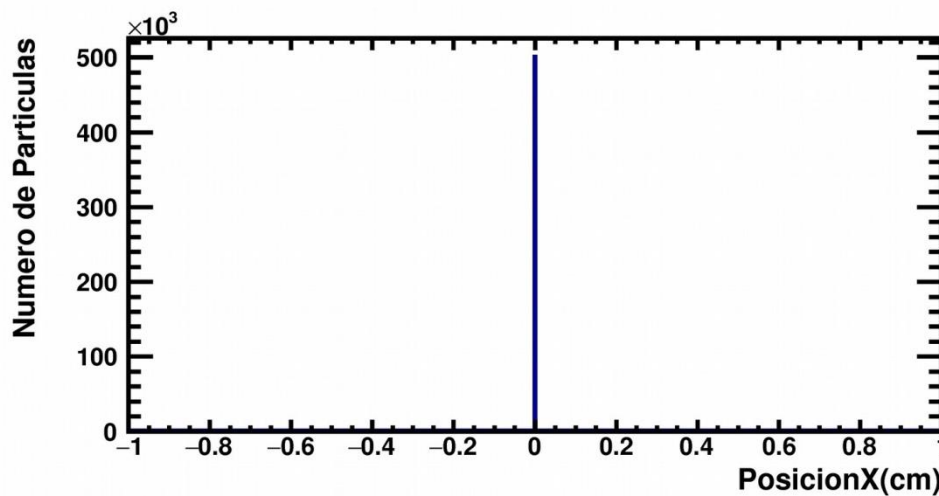


Ilustración 24 Perfil de haz ^{124}Sn puntual en el plano de incidencia.

En la figura 1 se encuentra la figura de una distribución en posición perfil de haz que se asemeja a una fuente puntual y en la figura 2 un haz con una anchura en posición que se comporta como una distribución Gaussiana de

anchura ($\sigma = 0,0499 \times 10^{-3} \text{ cm}$)

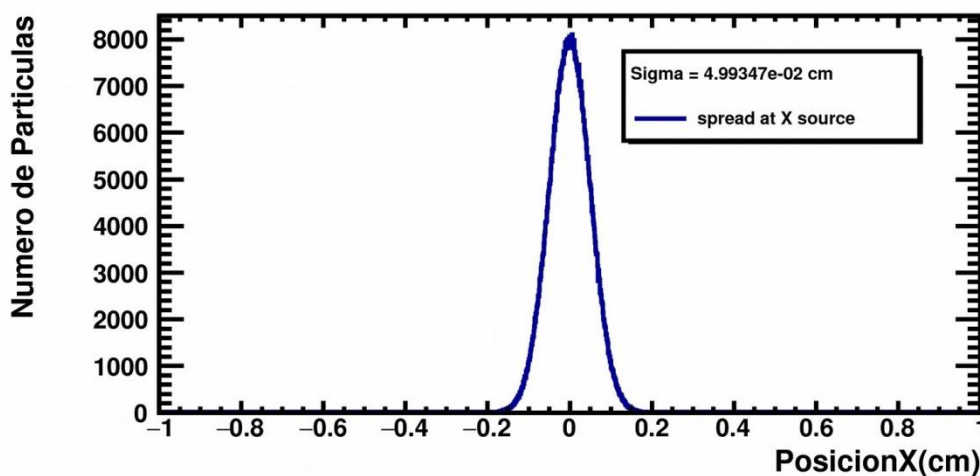


Ilustración 25 Perfil de haz ^{124}Sn con anchura en posición en el plano focal S0.

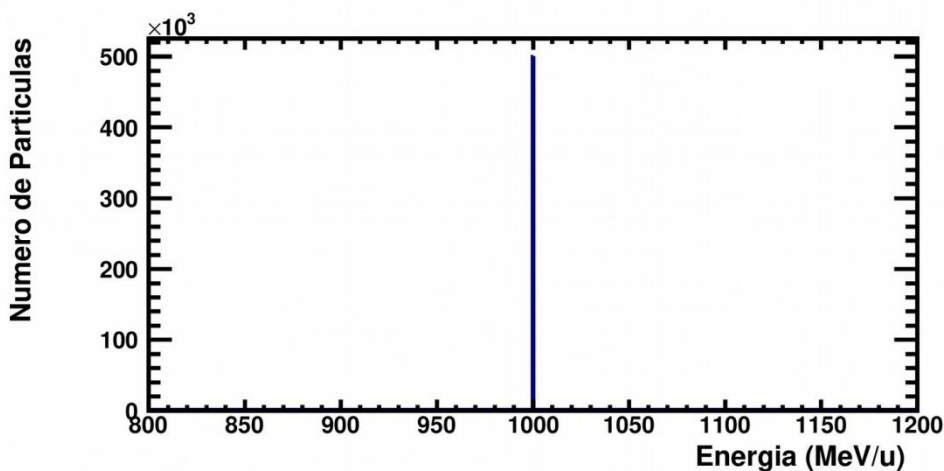


Ilustración 26 Perfil de haz ^{124}Sn puntual de energía en el plano de incidencia

En la figura 3 se muestra la gráfica de la distribución monoenergética del

perfil de haz y en la figura 4 un haz con una anchura en energía que puede ser representado como una distribución Gaussiana de anchura ($\sigma = 9.916\text{cm}$).

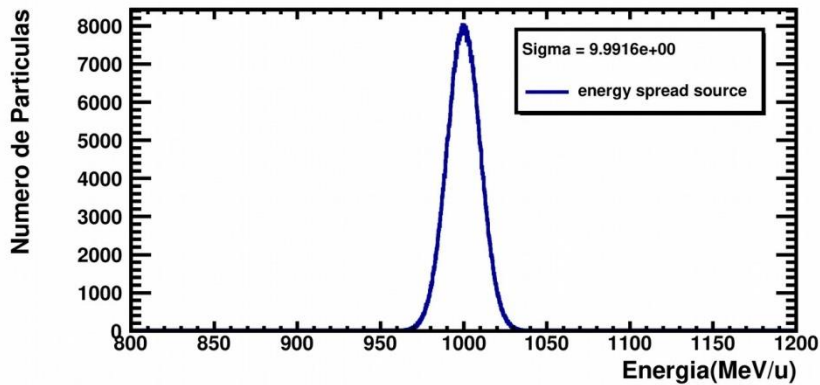


Ilustración 27 Perfil de haz ^{124}Sn con anchura energía en el plano focal S0.

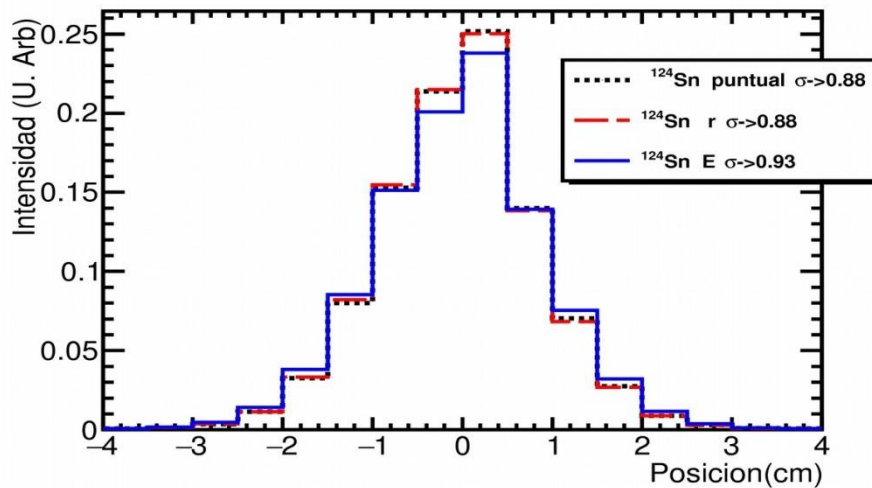


Ilustración 28 El perfil de haz ^{124}Sn como fuente puntual, posición y energía.

En la figura 5 es posible observar los diferentes valores del

ensanchamiento de la distribución (σ) para los diferentes perfiles del haz ^{124}Sn simulados donde se puede evidenciar el efecto del straggling angular para el haz que se simuló con perfil en posición, también es evidente el ensanchamiento en el haz con un perfil en energía lo que evidencia un straggling angular. Lo cual se puede concluir que este trabajo es pionero ya que es la base de proyectos futuros que se pueden extender a experimentos que se realizarán en FAIR. Debido a que fue posible obtener las distribuciones espaciales en X y Y de los fragmentos del haz de ^{124}Sn , en diferentes perfiles de haz fuente puntual, posición con lo que se demostró el efecto straggling angular. Además, que se pudo observar el perfil del haz incidente de partículas se le asigna una anchura en posición y energía esta afecta la resolución del espectro. En este trabajo se observa cuando al haz se le asigna un ensanchamiento de energía como el espectro varía con gran notoriedad, mostrando así que el ensanchamiento de energía es el parámetro que más hace que cambie el parámetro espectro final de un haz de partículas.

Bibliografía

1. GSI (2019) Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt-Arheilgen. Publishing: Recuperado de <http://www.gsi.de/fair>.
2. Vargas, J (2014). Charge exchange and knockout reactions induced by Sn isotopes at relativistic energies (PhD Thesis), Universidad Santiago de Compostela, España.
3. Knoll, G (1999) Radiation Detection and Measurement, Michigan, USA John Wiley & Sons.

4. Rene, B y Rademakers, F (1997), ROOT - An Object Oriented Data Analysis Framework, Proceedings AIHENP'96 Workshop, Lausanne, Sep. 1996, Nucl. Inst. & Meth. in Phys. Res. A 389 81-86.

2.2.11 Estudio computacional del mecanismo de reacción de cicloadición Diels Alder entre N-bencil-1-(2-furanil) metanamina y Anhídrido Maléico

Jeisson David Corredor Montaña⁴⁷, Jovanny Arlés Gómez Castaño⁴⁸

Palabras clave: Química Computacional, IRC, Constante de fuerza de reacción, cicloadición Diels Alder

Las reacciones de cicloadición Diels-Alder (CDA) constituyen una de las metodologías más utilizadas en síntesis orgánica conducente a la formación de anillos de 6 miembros a partir de un dieno conjugado y un dienófilo. Dependiendo de los sustituyentes, tanto de dieno como dienófilo, el producto de síntesis presentará orientación espacial endo o exo (Carey & Sundberg, 2007). Algunos estudios recientes en síntesis orgánica, han demostrado experimentalmente que la CDA entre N-bencil-1-(2-furanil) metanamina (1a) y Anhídrido maléico (AnM), conduce a la formación del producto exo ácido 2-bencil-1-oxo- 1,2,3,6,7, 7a-hexahidro-3a,6-epoxiisindol-7-carboxílico (2a), como mezcla racémica que cristaliza en el sistema monoclinico formando dímeros centrosimétricos (Corredor, 2017, 2018; Varlamov et al., 2004). En este sistema de reacción la cicloadición DA se presenta acompañada con la formación de un tercer anillo entre el

⁴⁷Químico y estudiante de la Maestría en Química de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo Química Física Molecular y Modelamiento Computacional (QUIMOL), Tunja, jeissondavid.corredor@uptc.edu.co

⁴⁸Doctor en Ciencias Químicas, Grupo Química Física Molecular y Modelamiento Computacional (QUIMOL), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja - Colombia, jovanny.gomez@uptc.edu.co

carbonilo proveniente del anhídrido y la función amino de la estructura, tal y como se muestra en la Figura 1.

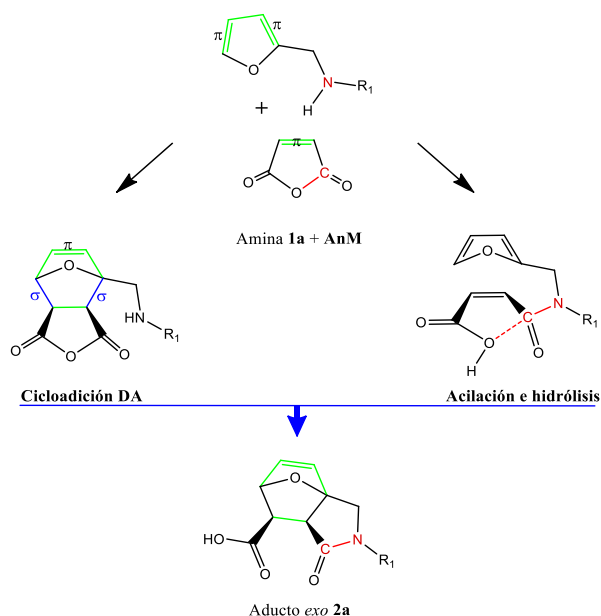


Ilustración 29 Cambios estructurales que conducen a la formación del aducto 2a. Se marcan en verde los enlaces que participan en la cicloadición DA y en rojo los átomos y enlaces que intervienen en la acilación

El mecanismo de reacción involucrado en este proceso aún no ha sido elucidado, aunque se han planteado rutas de reacción basadas en algunas evidencias experimentales (Varlamov et al., 2004; Zaytsev et al., 2012; Zubkov, et al. 2005). Por esta razón, en la presente investigación se planteó como objetivo proponer un mecanismo de reacción posible para la cicloadición Diels Alder de N-bencil-1-(2-furanyl) metanamina con Anhídrido Maléico empleando métodos computacionales mecánico-cuánticos DFT-ab initio.

Metodología

Los cálculos computacionales DFT y ab-initio se desarrollaron empleando la suite informática Gaussian 09 (Frisch, M. J. et al. 2009) y su interfaz gráfica Gauss View 5.0 operando en ambiente Linux/Unix, en el cluster computacional ATOMICC del grupo de investigación QUIMOL de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Éste comprende 20 procesadores Intel Xeon distribuidos en cinco estaciones de trabajo HP Z800 y Z600, operando bajo una plataforma Suse Linux Enterprise Server 11 SP2. Los cálculos de estructura electrónica y molecular en estado fundamental, así como los cálculos de estados de transición QSTn y cálculos de coordenada intrínseca de reacción IRC (0.1 amu^{1/2} bohr) se realizaron en fase gaseosa a 298.15 K y a 1 atm de presión. La optimización geométrica de las estructuras moleculares se realizó por relajación simultánea de todos los parámetros estructurales a nivel teórico B3LYP/6-311G+(2d, p). Los estados estacionarios se verificaron mediante análisis vibracional armónico, con cero frecuencias imaginarias para mínimos de energía y una para estructuras de transición. El análisis del mecanismo de reacción se realizó empleando los conceptos de fuerza de reacción, partición de la energía de activación y constante de fuerza de reacción.

Resultados

Teniendo en cuenta la estructura del producto 2a y la propuesta mecanística reportada en la bibliografía, se plantearon las rutas de reacción 1 y 2, y se procedió a modelar computacionalmente las especies estacionarias relacionadas. Esto permitió estudiar el perfil de energía

potencial y de energía libre de los sistemas. En la Figura 2 se muestra el perfil de energía libre de los dos mecanismos estudiados. Se puede verificar que la acilación inicial de la amina (ruta 1) presenta una barrera de energía de 39,03 Kcal/mol, frente a la cicloadición DA inicial (ruta 2) con una barrera de 36,02 y 38,74 Kcal/mol; lo cual significa que la cicloadición inicial es más estable que la acilación por tan solo 3 y 0,3 Kcal/mol, respectivamente.

Siguiendo la ruta 1 hacia la derecha, se identifica que el intermediario AAC corresponde a un mínimo de energía con una diferencia de 5,89 Kcal/mol respecto a los reactivos, y de 22,57 Kcal/mol respecto a la estructura de transición de cicloadición intramolecular en configuración exo. La ETI-endo posee una energía de 7,97 Kcal/mol mayor respecto a la ETI-exo y el producto exo 2a es 15,8 Kcal/mol más estable que el producto endo. Debido a su mayor barrera energética, la acilación corresponde a la etapa lenta de la reacción.

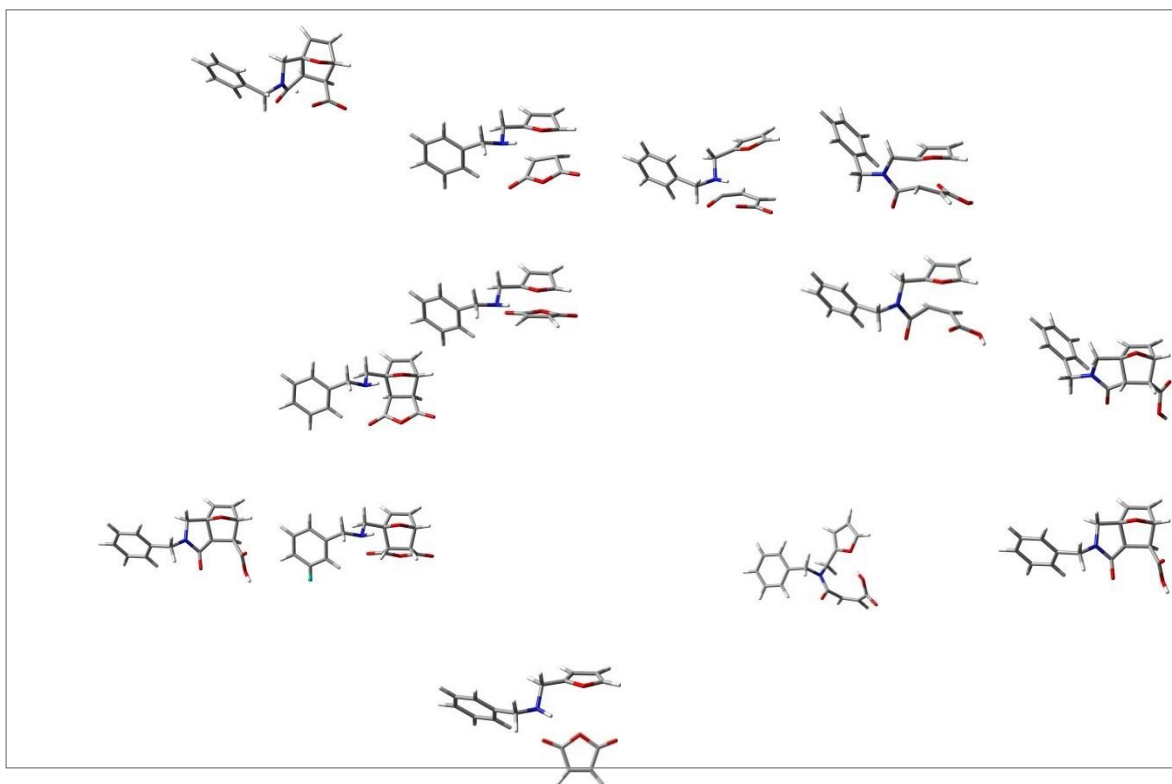


Ilustración 30 Perfil de energía libre de las rutas de reacción 1 (hacia la derecha), y 2 (hacia la izquierda) entre amina 1a y AnM, calculado a nivel B3LYP/6-311G+(2d,p). Las energías son relativas a los reactivos e incluyen la corrección de energía libre.

En cuanto a la ruta 2 (hacia la izquierda), los aductos en configuraciones endo y exo presentan energías muy similares y una diferencia máxima de 2 Kcal/mol. La formación de los aductos corresponde a un proceso no espontáneo respecto a los reactivos. La barrera energética de acilación intramolecular ET AcI, es de 48.81 Kcal/mol respecto al aducto exo. En este caso, la acilación intramolecular corresponde a la etapa determinante de la

velocidad de reacción.

Las estructuras de transición de cicloadición DA de la ruta 1 (ver Figura 3) presentan marcada asimetría en la magnitud del enlace asociado al vector de transición, siendo de 1.70 y 2.45 Å para ETI-endo y, 1.91 y 2.37 Å para ETI-exo⁴⁹. La ETI-endo se distorsiona considerablemente en su acomodamiento, mientras que ETI-exo presenta orientación adecuada entre el dieno y el dienófilo que puede garantizar la efectividad en las interacciones orbitales que conducen la reacción.

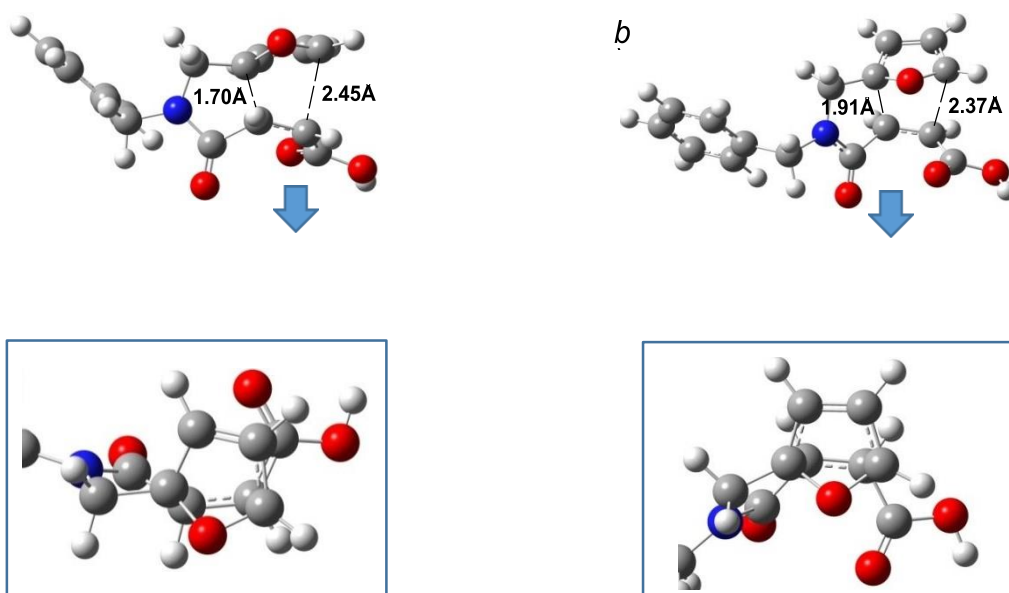


Ilustración 31 Estructuras de transición de cicloadición DA ruta 1: a) ETI-endo, b) ETI-exo

En cuanto a las estructuras de transición de cicloadición DA de la ruta 2

⁴⁹La estructura ideal de la cicloadición DA efectuada entre butadieno y etileno presenta una longitud de 2.27 Å en ambos enlaces asociados al vector de transición (Domingo, 2013).

(ver Figura 4), la ET endo presenta longitudes de enlace de 2.24 y 1.98 Å que sugieren menor asimetría de interacción y un buen posicionamiento entre dieno y dienófilo como se aprecia en las ampliaciones de la figura. La ET exo presenta mayor asimetría que la estructura ET endo con enlaces de 2.49 y 1.89 Å, sumados a la posibilidad de que exista una interacción electrostática de tipo Van der Waals entre la función amino y el carbonilo próximo del AnM. La distancia entre el nitrógeno y el carbono participantes en dicha interacción en la ET exo es de 3.26 Å, mientras que los radios de Van Der Waals reportados para los átomos de carbono y nitrógeno suman 3.25 Å.

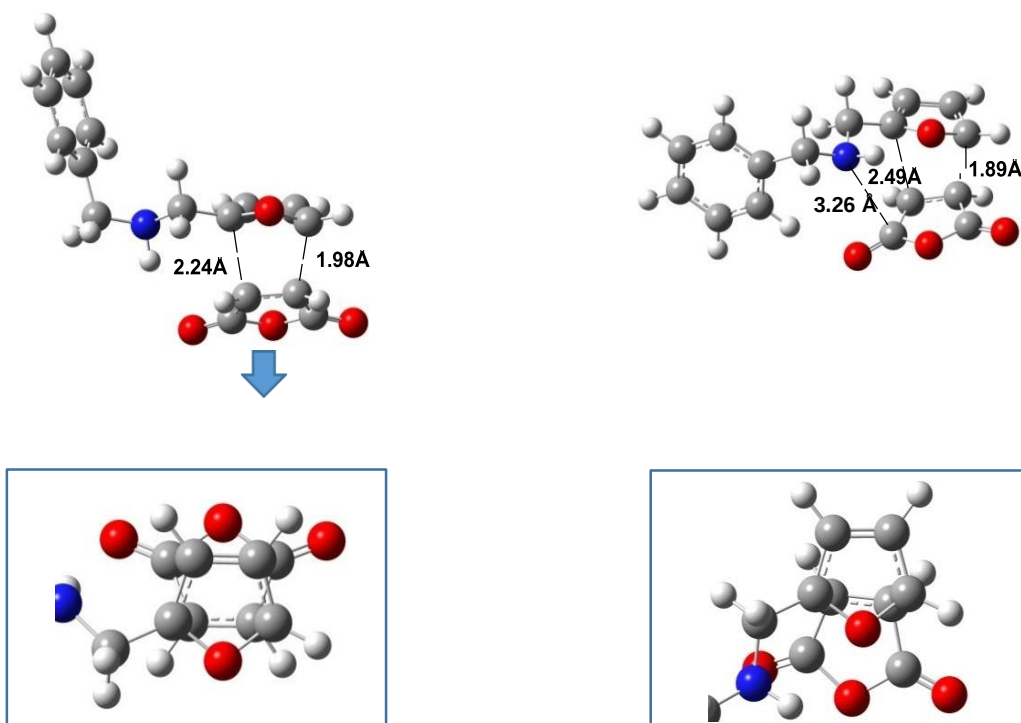


Ilustración 32 Estructuras de transición de cicloadición DA de la ruta 2: a) ET endo, b) ET exo

exo.

El modelamiento del aducto *exo* formado muestra que esta interacción se hace muy importante debido a que su distancia se reduce a 3.06 Å (ver Figura 5).

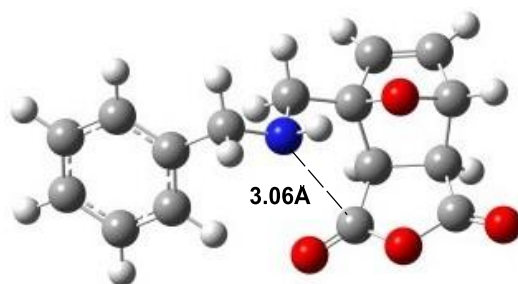


Ilustración 33 **Aducto *exo*** de la ruta 2

El camino de reacción generado por IRC para la CDA *exo* de la ruta 2, conecta los reactivos y productos a través de la estructura de transición propuesta. En la Figura 6 se muestra su gráfica $V(\xi)$, el análisis de fuerza $F(\xi)$ y constante de fuerza de reacción $\kappa(\xi)$.

La fuerza de reacción muestra las coordenadas ξ_1 y ξ_2 que corresponden con los límites entre reactivos-estructura de transición y estructura de transición- producto.

En la coordenada de la estructura de transición, la fuerza de reacción toma un valor de cero, dividiendo la energía de activación en dos regiones de

transformación desde reactivos a estructura de transición y de estructura de transición a productos. En cuanto a la constante de fuerza de reacción, en la región de transición se identifican dos mínimos y un máximo que sugieren la asincronicidad de la adición, es decir, puede considerarse que sucede en dos pasos, enlazándose primero el anhídrido sobre el carbono menos sustituido del anillo furano y luego por el otro carbono.

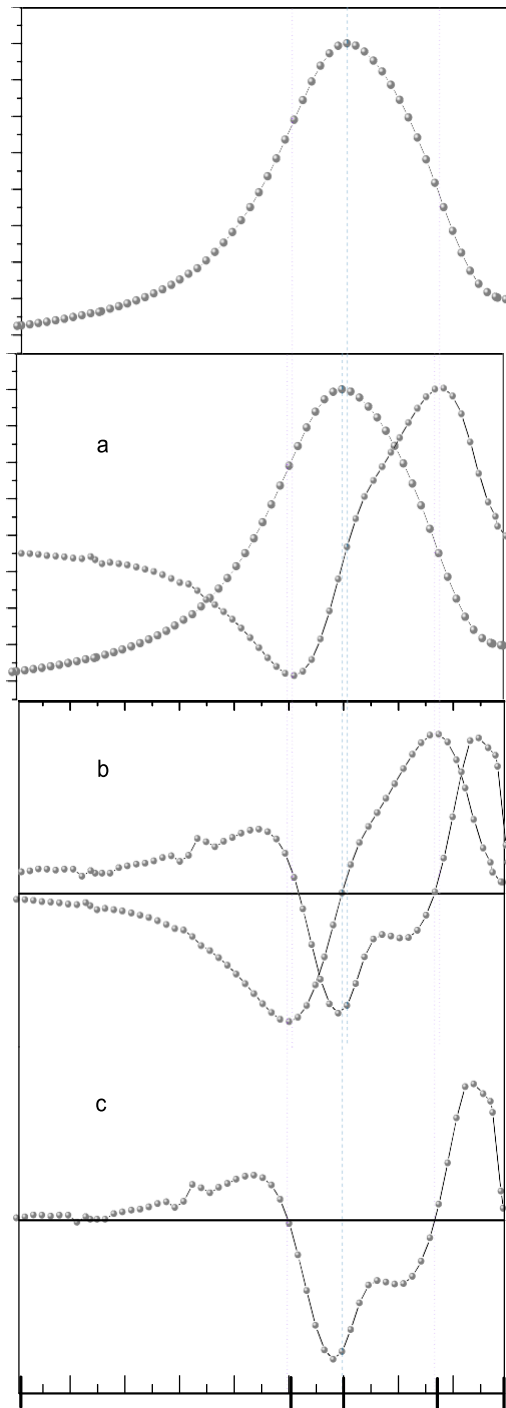


Ilustración 34 de a) $V(\xi)$, b) $F(\xi)$ y c) $\kappa(\xi)$ para la CDA exo de la ruta 2

Conclusiones

La termoquímica de los mecanismos modelados y el análisis de los perfiles de Bibliografía energía potencial respecto a la coordenada de reacción, suministran información detallada de las interacciones moleculares y la energía involucrada en las reacciones químicas. De esta forma se puede comprender cuales son los aspectos que determinan la ruta de reacción descrita por un proceso.

Bibliografía

Carey, F., & Sundberg, R. (2007). Advanced Organic Chemistry. Reactions and Synthesis

(5th ed.). Springer.

Corredor, J. D. (2017). Revisión: Cicloadición Diels Alder de furano en agua. *Investigacion Joven*, 4(1), 23–28.

Corredor, J. D. (2018). Estudio teórico-experimental de la síntesis y propiedades físico- químicas de derivados de N-bencil-1-(2-furanil) metanamina. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Domingo, L. R. (2013). State of the Art of the Bonding Changes along the Diels-Alder Reaction between Butadiene and Ethylene: Refuting the Pericyclic Mechanism. *Organic Chemistry Current Research*, 2(3). <http://doi.org/10.4172/2161-0401.1000120>

Frisch, M. J.; Trucks, G. W.; Schlegel, H. B.; Scuseria, G. E.; Robb, M. A.; Cheeseman, J. R.; Scalmani, G.; Barone, V.; Mennucci, B.; Petersson, G. A.; Nakatsuji, H.; Caricato, M.; Li, X.; Hratchian, H. P.; Izmaylov, A. F.; Bloino, J.; Zheng, G.; Sonnenb, D. J. (2009). Gaussian 03. Wallingford CT: Gaussian, Inc.

Varlamov, A. V., Boltukhina, E. V., Zubkov, F. I., Sidorenko, N. V., Chernyshev, A. I., & Grudinin, D. G. (2004). Preparative Synthesis of 7-Carboxy-2-R-isoindol-1-ones.

Chemistry of Heterocyclic Compounds, 40(1), 22–28.
<http://doi.org/10.1023/B:COHC.0000023763.75894.63>

Zaytsev, V. P., Mikhailova, N. M., Airiyan, I. K., Galkina, E. V., Golubev, V. D., Nikitina,

E. V, ... Varlamov, A. V. (2012). Cycloaddition of Furfurilamines to Maleic Anhydride and its Substituted derivatives. Chemistry of Heterocyclic Compounds, 48(3), 505–513.

Zubkov, F. I., Boltukhina, E. V, Turchin, K. F., Borisov, S., & Varlamov, A. V. (2005). New synthetic approach to substituted isoindolo [2,1- a] quinoline carboxylic acids via intramolecular Diels–Alder reaction of 4-(N-furyl-2)-4-arylamino butenes-1 with maleic anhydride. Tetrahedron, 61, 4099–4113. <http://doi.org/10.1016/j.tet.2005.02.017>

2.3 Línea Enseñanza de la ciencia en un mundo globalizado

2.3.1 Evolución de los objetos matemáticos del pensamiento numérico, como herramienta en la construcción del saber matemático, con métodos no tradicionales.

Teovaldo García Romero⁵⁰

Palabras clave: Objetos matemáticos, enseñanza-aprendizaje globalizado de la investigación matemática.

Analizar la evolución de los objetos matemáticos del pensamiento numérico y sus sistemas numéricos, como herramienta en la construcción del saber matemático, con métodos no tradicionales en los procesos de Enseñanza-Aprendizaje contextualizados, de los estudiantes de la Región Cesarense colombiana.

1° Examinar la comprensión de los números y de la numeración, en la evolución de los objetos matemáticos del pensamiento numérico, como herramienta en la construcción del saber matemático, con métodos no tradicionales en los procesos de Enseñanza-Aprendizaje Contextualizados.
2°. Estudiar, la comprensión del concepto de las operaciones en la

⁵⁰Lic. En matemáticas y Física; Especialista en Educación Matemática; Msc; Dr. Líder del grupo interdisciplinario estudio del pensamiento numérico, políticas públicas de ciencia, tecnología e Innovación, Problemas de la Educación Latinoamericana y del Caribe. Categoría A, Colciencias, Investigador Senior; par académico Colciencias, MEN, CNA. Docente de la Universidad Popular del Cesar- Valledupar-Colombia.

evolución de los objetos matemáticos del pensamiento numérico, como herramienta en la construcción del saber matemático, con métodos no tradicionales en los procesos de Enseñanza-Aprendizaje contextualizados, de los estudiantes de la Región Cusarene colombiana.

3°. Comparar los cálculos con números y las aplicaciones de números y operaciones en la evolución de los objetos matemáticos del pensamiento numérico, como herramienta en la construcción del saber matemático, con métodos no tradicionales en los procesos de Enseñanza-Aprendizaje contextualizados, de los estudiantes de la Región Cusarene colombiana.

4°. Proponer los lineamientos pedagógicos de los objetos matemáticos en las evoluciones de los objetos matemáticos del pensamiento numérico, como herramienta en la construcción del saber matemático, con métodos no tradicionales en los procesos de Enseñanza-Aprendizaje contextualizados, de los estudiantes de la Región Cusarene colombiana.

Este trabajo investigativo, se presenta el proceso de la evolución de los objetos matemáticos del pensamiento numérico, como herramienta en la construcción del saber matemático, con métodos no tradicionales de enseñanza-aprendizaje en los contextos escolarizados. Dicho escenario, es desarrollado desde la perspectiva del marco metodológico ingeniería didáctica, caracterizada por las intercepciones e interacciones didácticas en el contexto escolar, basados en los conocimientos de la evolución de los objetos y construcción de los saberes matemáticos, donde los resultados serán el efecto de la confrontación del análisis a priori y a posteriori, validados por la globalización de la investigación de la matemática

educativa. Por tal razón, la evolución de los objetos matemáticos del pensamiento numéricos y sus sistemas numéricos, concentrará su interés en la construcción del saber matemático, y en los tejidos de enseñanza-aprendizaje escolarizados.

En síntesis, el análisis de la evolución de los objetos matemáticos en los procesos de Enseñanza-Aprendizaje contextualizados, de la Región Cesarense Colombiana, constituyen un instrumento eficaz e indefectible, para el sector docente que pretenden aproximar a los colegiales, a la comprensión e introspección de los entes matemáticos curriculares; porque no sólo, amplían su capacidad de pensamiento y de reflexión coherente y argumentativa del análisis de la evolución de los objetos matemáticos en los procesos de Enseñanza- Aprendizaje; sino que al mismo tiempo, adquieren las competencias que los habilitan para investigar el contexto matemático, representarlo, explicarlo y predecirlo; en suma, viabiliza la aplicación de sus conocimientos dentro y fuera del ámbito escolar, tomando posiciones tendientes, a enfrentarse y adaptarse a situaciones nuevas, donde argumenta sus afirmaciones respetando los pensamientos de sus congéneres.

Bibliografía

- Aragón, P y Marín, C (2010). El pensamiento físico-matemático como un objeto de estudio de la didáctica de la física. Congreso Iberoamericano de Educación METAS 2021
- Artigue, M, (1998). Ingeniería didáctica. En M. En Artigue, Ingeniería Didáctica en educación matemática (pág. 38). Bogotá-Colombia: Una

empresa docente.

Artigue, M., (2004), Problemas y desafíos en educación matemática: ¿qué nos ofrece hoy la didáctica de las matemáticas para afrontarlos? Revista Educación Matemática, México, Santillana, año/vol. 16, núm. 3, dic., pp.5-28.

Balacheff, N. (s. f.) ¿Es la argumentación un obstáculo? Invitación a un debate. Grenoble, Francia. En línea: <http://www.mat.ufrgs.br/~portosil/resut2.html>.

Bisquerra, R. (2000). Métodos de investigación educativa-guía práctica. España: ceac S.A.

Boggino, N. (2000). Aprendizaje, Obstáculo y Diversidad, en la Escuela por Dentro y el Aprendizaje Escolar. Rosario: Homo Sapiens. Pág. 44.

Brousseau, G. (2001). Os diferentes papéis do professor. In: C. Parra; & I. Saiz, (Eds.), Didáctica da Matemática: reflexões psicopedagógicas. Porto Alegre: Artmed. (2000). Didática das matemáticas (pp. 35-113). Lisboa: Instituto Piaget.

Brousseau, G. (1989). Les obstacles épistémologiques et la didactique des mathématiques. Construction des savoirs, 41-63.

Brousseau, Guy, "Fundamentos y métodos de la didáctica de las matemáticas", en: Recherches en didactique des mathématiques, Vol. 7, N° 2, 1986, págs. 33-115.

Camarera, G. P. (2009). La matemática en el contexto de las ciencias. Innovación educativa. Vol 9, Nro 48, 15-25. Instituto Politécnico Nacional de México. (Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=17941489400>

3#, consulta agosto 2017.

Chevallard, Y. (2004). Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire. <http://yves.chevallard.free.fr>.

Chevallard, Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. Disponible en http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/rubrique.php3?id_rubrique=8.

Chica, Luis F. Echeverri, y Edwin Zarrazola, (2017). "Objetos Matemáticos, Sensibles y Objetos Matemáticos Inteligibles". Estudios de filosofía, 55 (2017) 187-205. ISSN 0121-3628 N° 55.

Campos, A. (2005) Acerca de la epistemología de la matemática. Bogotá D.C, Colombia. acampos-s@yahoo.com.mx. Extraída el 9 de septiembre del 2009 del sitio: <http://sectormatematica.cl/articulos/epistemologia.pdf>.

Cañón, C. (1993). La Matemática creación y descubrimiento. Madrid: UPCO.

Cañón, C. (2004). Lo nuestro es lo infinito. UNO, 37, pp. 8-24.

Colciencias (2008). Colombia construye y siembra futura: Política de Fomento a la investigación y la innovación. Printed in Colombia. ISBN 978-958-8290-46-1.

Cornejo Chávez, Rodrigo y Redondo Rojo, Jesús María. Variables y Factores Asociados al Aprendizaje Escolar: Una Discusión Desde la Investigación Actual. Estud. Pedagóg., 2007, Vol.33, No.2, P.155-175. Issn 0718-0705.

Crespo, C. (2008). Intuición y razón en la construcción del conocimiento matemático. En

P. Leston (Ed.) Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 21, 717 - 727. México: Comité latinoamericano de matemática educativa A.C.

D'amore, B., J. Godino y M. Fandiño, 2008, Competencias y matemática, Bogotá, Magisterio.

D'amore, B., 2005, Bases filosóficas, pedagógicas, epistemológicas y conceptuales de la didáctica de la matemática, México, Reverté S. A.

De Guzmán, M. (2004). Organización de Estados Iberoamericanos. Para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. MATEMÁTICA. Extraído el 10 de Julio de 2010 del sitio: <http://www.oei.org.co/oeivirt/edumat.htm#B>.

De Farías Campos, E. (2008). Creencias y Matemáticas. En Cuadernos de investigación y formación en educación matemática. Año 3. N° 4. Pp.9-27

Díaz Barriga, F. (2006). Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida. México McGraw –Hill.

Díaz, M. J. (2002) Enseñanza de las ciencias: ¿Para qué? Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 1 N° 2.

Douady, R. (1986) Jeux de cadres et dialectique outil-objet. Recherches en Didactique des Mathématiques, 7/2, pp. 5- 32.

Douady, R. (1999) Relation Function/al algebra: an example in high school (age 1516). European Research in Mathematics Education I: Group 1. pp. 113-124.

Douady, R. (2010, 2011) Communication personnel avec Maria Rita Otero, Paris, 0102- 2010 / 25-02-2010, Paris, 01-06-2011.

Duval, Raimond. Semiosis y pensamientos humanos: Registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Peter Lang S.A. Editiones scientifiques européennes (1995). Traducción al español de Myrian Vega Restrepo,

(1998).

Duval R. (1998). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En Investigaciones en Matemática Educativa II (Editor F. Hitt). México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Duval, R. (2004). Los problemas fundamentales en el aprendizaje de las matemáticas y las formas superiores del desarrollo cognitivo (M. Vega, Trad.). Cali: Universidad del Valle (Original publicado en idioma francés en 1999).

Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar de registro de representación. La Gaceta de la RSME. Vol. 9.1

Fandiño, M. I., 2006, Currículo, evaluación y formación docente en matemática, Bogotá, Magisterio.

Federici, C. (2001). Sobre la resolución de problemas y la numerosidad. Bogotá: Fondo de Publicaciones del Gimnasio Moderno.

Federici, C. (2004). Una construcción didáctica del Sistema de Numeración Decimal. Bogotá: en imprenta.

Flores Martínez, p. (1998). Concepciones y Creencias de los Futuros Profesores sobre la Matemática, su Enseñanza y Aprendizaje. Editorial Comares. Granada.

Font, V. (2008). Enseñanza de la matemática. Tendencias y perspectivas. III Coloquio Internacional sobre enseñanza de las matemáticas. Actas 2008.

Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ciencias, Maestría en la enseñanza de las matemáticas. Editora: Cecilia Gaita, 21-62.

Font, V., Godino, J. D. y Gallardo, J. (2013). The emergence of objects from mathematical practices. Educational Studies in Mathematics, 82, pp. 97-

124. Disponible en línea:

García, E, y Cantoral (2011). Un estudio de profesionalización docente en matemáticas de telesecundaria desde la teoría socio epistemológica. Cinvestav-IPN, México egarcia@cinvestav.mx.

García, M. (2005) La formación de profesores de matemáticas. Un campo de estudio y preocupación. Revista Educación Matemática, 17(2), 153-166.

García Quiroga, Bernardo, Arnulfo Coronado y Leonardo Montealegre Quintana, (2011). "Formación y desarrollo de competencias matemáticas: una perspectiva teórica en la didáctica de las matemáticas", Revista Educación y Pedagogía, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, vol. 23, núm. 59, enero-abril, 2011, pp. 159-175.

Gascón, J., 1998, "Evolución de la didáctica de las matemáticas como disciplina científica", Revista Recherches en Didactique des Mathématiques, vol. 18/1, núm. 52, pp. 7-33.

Godino, J. y Batanero, C., 1995, "Theoretical and methodological contents for the preparation of researchers in Mathematics Education", en: O. Björkqvist et... al, eds, Proceedings of Nordic Symposium, Preparation of Researchers in Mathematics Education, Suecia, University of Umea, pp. 57-71.

Godino J. D., Batanero C. (1994). Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. Recherches en Didactique des Mathématiques 14 (3): 325-355. [Institutional and personal meaning of mathematical objects. Journal für Mathematik-didaktik, 1996, 99- 121

Godino, J. et ál., 2004, "Didáctica de las matemáticas para maestros", Granada, Universidad de Granada, Aula Virtual. Redes profesionales, [en

línea], disponible en: <http://www.redes-cepalcala.Org/inspector/documentos%20y%20libros/matemáticas/didactica%20de%20las%20matemáticas%20para%20maestros.pdf>.

Godino, J.D., Batanero, C. y Font, V (2003). Fundamento de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Departamento de Didáctica de las Matemáticas. Universidad de Granada. ISBN: 84-932510-6-2. (155 páginas Recuperable en <http://www.urg.es/local/jgodino>.

Godino J. D. Batanero, C. Font, V (2011). Un Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática Universidad de Granada; Universidad de Barcelona.

Godino, J.D, Batanero C. Font, V (2011). Matemáticas y su didáctica para maestros. ISBN: 84-932510-6-2 Depósito Legal: GR- 138-2003 Impresión: Repro Digital. Facultad de Ciencias Avda. Fuente nueva s/n. 18071 Granada. Distribución en Internet: <http://www.ugr.es/local/jgodino/edumat-maestros/>

Gómez, P. (2007) Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria. Universidad de Granada. Departamento de didáctica de la matemática. Granada. España. Tesis Doctoral. –

Guzmán, M. de (2007). Enseñanza de las ciencias y la matemática. Revista Iberoamericana de educación. Nro. 43, 19-58.

Heidegger, M. (1988). El ser y el tiempo. México: Fondo de Cultura Económica.

Hernández, G. (s. f.) Abatir los obstáculos en el aprendizaje de matemáticas y ciencias. En línea:

<http://redexperimental.gob.mx/descargar.php?id=296>.

Kline, M. (1992). El pensamiento matemático de la Antigüedad a nuestros días. Alianza, Madrid.

Kornel, J. (2006) Las Representaciones Sociales de los Estudiantes acerca del Conocimiento Matemático. Tesis de Maestría en Docencia Universitaria. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones.

Marcelo, C. (2005) “La investigación sobre el conocimiento de los profesores y el proceso de aprender a enseñar”. En: Pensamiento y Conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales. Gerardo Perafán y Agustín Adúriz - Bravo. Compiladores.

2da edición. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá D.C.

Martín, M. Socas Robayana y Camacho (2003). Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, Vol. X, No. 2 (2003) Conocimiento Matemático y Enseñanza de las Matemáticas en la Educación Secundaria.

Mcintosh, A.; Reys, B. J. y Reys, R. E., A Proposed Framework for Examining Basic Number Sense. For the Learning of Mathematics 12, 3 (November 1992), FLM Publishing Association, White Rock, British Columbia, Canadá, 1992.

Meneses B, G, (2007). Universitat Rovira I Virgili Tic, Interacción y Aprendizaje en la Universidad ISBN: 978-84-691-0359-3/DL: T.2183-2007.

Montiel, G. (2010). Hacia el rediseño del discurso: formación docente en línea centrada en la resignificación de la matemática escolar. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa 13 (4), 69-84
Moreno, M y Azcarate Giménez, C. (2003). Concepciones y creencias de los

profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. En Enseñanza de las Ciencias, 21, 2, 265-280.

Ministerio de Educación Nacional-MEN-, (1998), Lineamientos curriculares en matemáticas. Áreas obligatorias y fundamentales, Bogotá, Cooperativa Editorial Magisterio.

Ministerio de Educación Nacional-MEN-, (2006), Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanía. Documento N° 3, Bogotá, Imprenta Nacional de Colombia ISBN 958-691-290-6.

Molina Parra, Paula Andrea; Arango Serna, Martín Darío; Botero, Sergio. Análisis Del Valor Agregado Del Conocimiento: Caso Aplicado En Una Institución De Educación Superior. Rev. fac. cienc. econ, Bogotá, vol. 18, n.2, dic.2010.accedidoen21marzo2012.Disponible. en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012168052010000200006&lng=es&nrm=iso)

[script=sci_arttext&pid=S012168052010000200006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012168052010000200006&lng=es&nrm=iso)>.

Moreira, M. A. Teorías de aprendizagens. In: Borcelli, A. F.; Da Costa, S. S. C. (2008). Animação Interativa: um material potencialmente significativo para a aprendizagem de conceitos em física. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba, Paraná. Stake, R. (1988). Investigación con estudio de casos. In: André, M. E. D. A. Etnografía da prática escolar. São Paulo: Papirus Editora.

Moreno, M. M. (2005). El papel de la didáctica en la enseñanza del cálculo: evolución, estado actual y retos futuros. En A. Maz, B. Gómez & M. Torralba (Eds), IX Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática. Córdoba, España, Universidad de Córdoba, 81-96.

NCTM (1989), National Council Of Teachers Of Mathematics, Estándares curriculares y de evaluación para la educación matemática, Edición en castellano: Sociedad.

NCTM, Professional Standards for teaching Mathematics, Reston, VA: NCTM, 1991.

Ley 115. (1994). Ley general de Educación. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (Artículo 5o Fines de la Educación).

Llanos, V. C.; Otero, M. R. (2011) Evaluar y calificar: algunas reflexiones en torno a las actividades de estudio e investigación (AEI). Actas II Congreso Internacional de Didácticas Específicas: Poder, disciplinamiento y evaluación de saberes. Universidad Nacional de San Martín. Buenos Aires, Argentina. 30 de septiembre al 2 de octubre de 2010. En prensa.

Llanos, V. C.; Otero, M. R. (2010) Evaluar y calificar: algunas reflexiones en torno a las actividades de estudio e investigación (AEI). Actas II Congreso Internacional de Didácticas Específicas. UNSAM. Buenos Aires, Argentina.

Llanos, V. C.; Otero, M. R.; Bilbao, M. P. (2011). Funciones Polinómicas en la Secundaria: primeros resultados de una Actividad de Estudio y de Investigación (AEI).

Obando, Zapata Gilberto, 2006. Interpretación e Implementación de Estándares Básicos de Matemática. Separador N°1: Pensamiento Numérico y Sistemas Numéricos.

Obando, Zapata Gilberto (2011): Filosofía, Matemática y Educación: Por un enfoque histórico-cultural en educación matemática. Universidad del Valle-Cali.

Obando, Z. G. Arboleda, L. y vasco, C (2013): Filosofía, Matemática y

Educación: Una perspectiva histórica-cultural en educación matemática Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), 2006. Programa para la evaluación integral de los alumnos. PISA 2006. Marco para la evaluación.

Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. España, Santillana Educación S. L.

Padrón, J. 2007. Tendencias Epistemológicas de la Investigación Científica en el Siglo XXI Cinta de Moebio 28: 1-28 www.moebio.uchile.cl/28/padron.html. Pardo Rubén (2011). Verdad e historicidad: El conocimiento científico y sus fracturas. Programa Iberoamericano de Innovación. Disponible en: <http://segib.org/programas/files/2010/12/Prog-Ib-Innovacion-oct2010.pdf>.

Parra, H. (2005). Creencias matemáticas y la relación entre actores del contexto. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, Vol. 8, 3, 69-90. Ponte, J.P. (1994). Mathematics teachers' professional knowledge. Proceedings of the 18th PME Conference, vol. I, 195-210. Lisbon.

Pecharromán, C, (2013). "Naturaleza de los objetos matemáticos: representación y Significado". pp. 121-134. Revista de investigación enseñanza de las ciencias. N° 31. N° 3. ISSN 0212-4521.

Piaget, J. (1983). La psicología de la inteligencia. Barcelona: Editorial Crítica. Santos Trigo, L. (2003). "Procesos de Transformación de Artefactos Tecnológicos en Herramientas de Resolución de Problemas Matemáticos". Boletín de Asociación Matemática Venezolana, Vol. X, N° 2.

- Platón, (1992). Diálogos. Volumen I-VI. Madrid Gredos. República (527a).
- Pozo, J.I., Scheuer, N., Mateos, M. y Pérez Echeverría, M.P. (2006) Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. Madrid. Morata.
- Radford, L. (2004). Sensible things, essences, mathematical objects, and other ambiguities. *La Matemática e la sua didattica*, N° 1, 4-23
- (2006a). Semiótica y educación matemática (pp. 7-21). Radford, L. & D'Amore (Eds.). *Semiótica, Cultura y Pensamiento Matemático*. Relime, Número Especial.
- (2006b). Elementos de una teoría cultural de la objetivación (pp. 103-129). Radford, L. & D'Amore (Eds.). *Semiótica, Cultura y Pensamiento Matemático*. Relime, Número Especial.
- Santos Trigo, L. (2003). "Procesos de Transformación de Artefactos Tecnológicos en Herramientas de Resolución de Problemas Matemáticos". *Boletín de Asociación Matemática Venezolana*, Vol. X, N° 2.
- Schoenfeld, A. (2002). Research Methods in (Mathematics) Education. En (English, L. ed) *Handbook of International Research in Mathematics Education*, pp. 435-487. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Serradó, A., Cardeñoso, J. M., Ascárate, P. (2004) Los mapas conceptuales y el desarrollo profesional del docente. En *Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping* (A. J. Cañas, J. D. Novak, F. M. González, Eds.). Pamplona, España. Versión en línea: cmc.ihmc.us/papers/cmc_2004-040.pdf.
- Socas, M.; Camacho, M. y Hernández, J. (1998) Análisis didáctico del

lenguaje algebraico en la enseñanza secundaria. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado. 32, 73-86.

Tobón, S., 2006, Formación basada en competencias, Bogotá, ECOE.

Vanegas, Y. y P. Escobar, 2007, “Hacia un currículo basado en competencias: el caso de Colombia”, Revista de Didáctica de las Matemáticas UNO, año XIII, núm. 46, monografía sobre competencias y uso social de las matemáticas.

Vallaes, F., De La Cruz, C. & Sasia, P. (2009). Responsabilidad social universitaria. In Manual primeros pasos. México DF: McGraw Hill. [29].

Vázquez, S, J., (2010). Las Matemáticas y sus Aplicaciones, Ayer y Hoy. Retos del Futuro. Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Madrid Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Vergnaud G., 1990. La Teoría de los campos Conceptuales. Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol.10 (2,3) pp.133-170.

Vergnaud, G. (1994). Epistemology and Psychology of Mathematics Education. In: Nesher & Kilpatrick Cognition and Practice, Cambridge: Cambridge Press

2.3.2 Implementación de proyectos integradores transdisciplinarios para la apropiación del conocimiento matemático desde el área de la física

Msc. Magda Patricia Rojas Sarmiento

Palabras Clave: aprendizaje autónomo, proyecto, matemáticas, transdisciplinar.

El propósito de la enseñanza en la licenciatura en matemáticas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia tiene como misión la formación de un educador integral con criterios de excelencia académica, ética y pedagógica, pertenencia social e identidad profesional que contribuya a la construcción del saber matemático y su enseñabilidad. En esta perspectiva surge la iniciativa de realizar proyectos integradores que contemplan la enseñanza de conceptos fundamentales de la matemática, el aprendizaje activo basado en experiencias y el trabajo interdisciplinario para la concepción-diseño e implementación de estrategias pedagógicas para la enseñanza. El Proyecto integrador se perfila como un elemento estratégico en la formación de educadores para la definición de acciones formativas, donde la comunidad académica (estudiantes y docentes), centrada en la curiosidad como elemento motivador, se inicia en procesos de búsqueda, indagación, integración de conocimientos fundamentales y su aplicación para enfrentar la incertidumbre generada por el conocimiento de la realidad; esto implica una interacción dinámica entre

los actores del proceso formativo y el contexto de actuación, mediados por búsquedas planificadas y sistemáticas que propenden a la aplicación del conocimiento integrado, un aprendizaje autónomo y permanente con responsabilidad y aproximaciones interdisciplinarias para la resolución de problemáticas pertinentes.

Los Proyectos Integradores se conciben desde el Proyecto Curricular del Programa adscrito a la Institución de Educación Superior; como un proceso en permanente construcción- coevaluación, y como una implementación didáctica, desde una dimensión epistemológica, investigativa, empresarial, metodológica y pedagógica, en la que docentes, estudiantes, comunidad académica y contexto se articulen con proyección social solidaria en una práctica real e integral, que fortalece el pensamiento divergente, la capacidad crítica, creatividad y la rigurosidad para plantearse proyectos desde la profesión que resuelvan problemas significativos que involucren a la sociedad.

El Aprendizaje mediante Proyectos Integradores (API) es una estrategia didáctica que se considera innovadora en la docencia universitaria. Desarrolla una metodología acorde con los postulados actuales de autonomía en el aprendizaje. Sitúa al alumnado en el centro de la acción educativa, partiendo de la implicación en la adquisición del conocimiento. Parte de la satisfacción, de la curiosidad y de los intereses pre-profesionales del alumnado, a la vez que desarrolla procesos de enseñanza y de aprendizaje potenciadores de habilidades y competencias propias de una formación profesionalizadora. Este tipo de estrategia didáctica

permite estrechar lazos de unión entre la experiencia profesional y el cuerpo de conocimientos teóricos de la disciplina que se imparte. Éstas son algunas de las características relevantes de esta estrategia que se complementan con el compromiso individual y grupal del alumnado en todo el proceso, el conocimiento del entorno profesional que lleva anexo, la tutorización continua o la creación de un ambiente de aprendizaje donde el clima de aula y el trabajo grupal cooperativo agregan factores positivos para su consideración en el campo de la docencia universitaria.

Este proceso de investigación desarrollado en la Licenciatura en matemáticas, permite continuar trabajando dentro del tema de la pedagogía con un nuevo estudio, con el fin de tener muy en claro todos los procesos del modelo pedagógico de la Institución, y de esta manera poder hacerlo conocer a otras instituciones. Es importante enfatizar en el desarrollo de las competencias en los estudiantes frente al autoaprendizaje y a la autonomía. Los docentes debemos convertirnos en guías apoyando el descubrimiento de la información, acompañando a los estudiantes con manuales, guías didácticas, sugerencia de Bibliografías, dejando atrás la enseñanza tradicional del profesor frente al tablero y darle cabida a que el estudiante mismo exponga sus ideas y conocimientos descubiertos. El desarrollo del modulo deberá convertirse en un proceso que no deje la practicidad pero que involucre la investigación constante del alumno, para así dejar la dependencia de este frente al profesor. El trabajo en el aula es otro de los aspectos que se deben tener en cuenta dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje; el contrato didáctico y la trasposición didáctica son también aspectos relevantes dentro del aula. Una de las principales

reflexiones de la nueva pedagogía es trasportar este espacio a un espacio urbano o cultural, con el fin de que los procesos dentro del aula se relacionen mucho más a una realidad, donde el estudiante este en contacto con su propia cultura y confrontándose con una realidad urbana, que lo conlleva a que reflexione sobre su realidad, así mismo estimule su creatividad en pos de buscar soluciones a esa reflexión. Las competencias cognitivas, que tiene cada estudiante, son las que cada docente debe potenciar, para que su mirada pedagógica se centre en ellas con el fin de estimularlas, complementarlas y superarlas, para que el sujeto genere competencias profesionales.

Hoy en día el tema de competencias dentro de la educación superior es de suma importancia, por cuanto es una parte del conocimiento que cada sujeto construye. En una realidad laboral, es necesario marcar una competitividad, pues ésta, es en definitiva la esencia de la realización de un estudiante como profesional en su disciplina, cualquiera que esta sea.

El principio de integración más que articular áreas o disciplinas a los contenidos del proyecto y a los saberes de los estudiantes busca la integración desde los conocimientos disciplinares en relación con las características de los contenidos que sobre este han construido.

Bibliografía

HERNÁNDEZ SAMPIERI, ROBERTO. Metodología de la investigación. Tercera edición. mc graw hill.

TOBÓN SERGIO. Trabajo por proyectos en educación superior. Documento portafolio consultores e.a.t. 2007.

ÁLVAREZ ANGULO, t. (2001 y 2003). Didáctica de textos y discursos. madrid: universidad complutense (apuntes del curso de doctorado “didáctica de las lenguas y la literatura”).

BERNAL, A. (2000). “reivindicación de los contenidos del currículo. a propósito de su estructura”. en: educadores. revista de renovación pedagógica. madrid, 196, 413-427.

AUSUBEL, NOVAK Y HANESIAN (1983). Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo México: ed. trillas.

JULIAO VARGAS, CARLOS GERMÁN. El enfoque praxeológico. uniminuto, 2010.

RUSSO, A Y OTROS. 1998. estudio de factibilidad de 11 cadenas alimentarias - informe final. unq, bernal. myerson, r. 2000. simtools. en línea en: <http://home.uchicago.edu/~rmyerson/addins.htm>

VÁZQUEZ, G. (1985). “Currículum oculto y manifiesto”. En: AA. VV, Condicionamientos sociopolíticos de la educación. Barcelona: Ceac, pp. 169-187.

VERA, V. J. et al. (1999). “Criterios de selección de los contenidos del currículo”. En: Teoría de la educación. Salamanca, Ediciones Universidad de Salamanca, 11, 13-52.

VYGOTSKY, L. (1989). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona: Crítica.

2.3.3 Objeto Virtual de Aprendizaje, una herramienta didáctica para desarrollar habilidades matemáticas

Juddy Amparo Valderrama Moreno⁵¹, Solange Roa Fuentes⁵²

Palabras clave: Competencia matemática, Pensamiento Algebraico, Teoría de las Situaciones Didáctica, TAC, Objeto Virtual de Aprendizaje.

Desde finales del siglo XX se ha incursionado en el uso de tecnologías en las aulas escolares con el fin de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En el siglo XXI se ha avanzado con mayor velocidad en dicho uso, dado que se cuenta con mejores condiciones e infraestructura. Hoy algunas instituciones educativas tienen a su disponibilidad laboratorios digitales, la mayor parte de estas instituciones en los sectores urbanos cuentan con conexión a internet. En Colombia el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y el de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (MinTIC) han intentado responder a las necesidades de la era digital; entre las acciones específicas se destaca que han dotado de infraestructura tecnológica a instituciones y comunidades, además de brindar capacitación a maestros y estudiantes sobre habilidades computacionales. En las dos últimas décadas en Colombia se ha venido estructurando un camino para sentar las bases de una política de gobierno digital (OCDE, 2018) y desde

⁵¹Candidata a doctora en Ciencias de la Educación, Universidad Metropolitana de Ciencia y Tecnología UMECIT, Panamá, Juddyamparo2@gmail.com.

⁵²Doctora en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa, Universidad Industrial de Santander, Colombia, roafuentes@gmail.com.

el MEN se ha impulsado proyectos para incorporar el uso de tecnologías en el currículo de matemáticas (MEN, 2000).

Tomando en cuenta el panorama general descrito, el objetivo de esta investigación dentro de la disciplina de la Didáctica de las Matemáticas, es diseñar e implementar un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) como una herramienta didáctica que permita no solo desarrollar contenidos y actividades en la web sino, además, contextualizar al estudiante en un ambiente tecnológico de las matemáticas y en particular de la geometría bajo un

enfoque general de Resolución de Problemas (Santos Trigo, 2011; Puig, 1996; Shoenfeld, 1985).

De manera particular se plantea el diseño, análisis y desarrollo de tareas matemáticas bajo el enfoque de la Teoría de las Situaciones Didácticas (TSD) con apoyo del software matemático GeoGebra como Medio (Acosta, Monroy y Rueda, 2010; Broseeau, 2007; Margolinas 1993). Se parte de la hipótesis que la interacción entre el Medio (Situaciones presentadas en el OVA) y los estudiantes puede generar un aprendizaje por adaptación.

Además, esta investigación toma la definición de competencia matemática como la: “capacidad para formular, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos, incluye el razonamiento matemático y la utilización de conceptos procedimientos, datos y herramientas matemáticas para describir, explicar y predecir fenómenos” (OCDE, 2013: 9). Perspectiva que, aunque ha sido analizada desde diferentes visiones en el campo de la investigación, aún está muy distante del desarrollo curricular en el aula, y

tiene poco impacto en el discurso matemático escolar.

En este camino se considera relevante responder a las preferencias, necesidades, estilos de aprendizaje propios de la era digital sin descuidar el saber matemático y la importancia de promover proceso de institucionalización del saber. No obstante, hoy los estudiantes son nativos digitales, como propone Prensky (2010) son jóvenes que prefieren trabajar en red y por la red, les agrada los gráficos y repelen con los textos, les encanta la inmediatez, se sienten atraídos por las multitareas y trabajos paralelos, reportan satisfacción cuando se evidencia la recompensa inmediata, son aquellos chicos que nacieron con un ordenador o un video juego en su entorno.

En la TSD la triada profesor, estudiante y medio interactúan en situaciones a- didácticas y didácticas. En una situación a-didáctica el profesor (diseñador de la actividad en línea) plantea una situación problema dotada de una instensión. Inicialmente el estudiante realiza una acción sobre el medio al cual genera una respuesta y producto de ello se produce una retroacción; en este momento se evidencia que no existe un único camino de resolución del problema o que no se resuelve de manera inmediata. Esto implica el trabajo del estudiante en interacción con el medio a través de diversas acciones y las respectivas retroacciones. En esta investigación el software GeoGebra interviene como Socio Cognitivo (Moreno, 2014), que le permite al estudiante hacer una interpretación de la posible solución y confrontarla con propiedades y conceptos matemáticos para posteriormente con ayuda del medio y la interacción con la actividad (previamente diseñada) validar su solución. En caso contrario nuevamente

realiza acciones y retroacciones que le permita estructurar la validación y sacar sus propias conclusiones. Posteriormente con ayuda de contenidos digitales y actividades se genera la situación didáctica donde emerge el conocimiento matemático, pero el conocimiento es personal, por lo tanto, se requiere descontextualizarlo para institucionalizar el saber.

En virtud de lo anterior se plantea que el diseño de un OVA desde una perspectiva de la Didáctica de las Matemáticas, puede potenciar la construcción de procesos matemáticos de tal forma que los contenidos no sean más que un pretexto para desarrollar formas de pensar. Por tanto, se propone como objetivo de investigación diseñar e implementar un OVA a la luz de la TSD que potencie el desarrollo del Pensamiento Algebraico. En particular interesa en este trabajo explorar el pensamiento algebraico de manera sistemática dado que como propone Vergel (2016), este pensamiento ha sido poco estudiado, aunque resulta fundamental en el desarrollo de ideas matemáticas formales.

En esta presentación se destaca parte de la caracterización inicial de la población participante en la investigación, estudiantes octavo grado (11-16 años) del colegio Técnico Vicente Azuero del municipio de Floridablanca (Santander, Colombia). Como parte inicial del Diseño Metodológico, se aplicó una Encuesta, con el objetivo de caracterizar la población. Las preguntas planteadas en dicho instrumento son de dos tipos: abiertas y cerradas de selección múltiple. Se buscó determinar particularidades personales, familiares y de uso de las tecnologías en los estudiantes.

Como parte del análisis inicial del resultado de la Encuesta, se encuentra que el promedio de edad de la población es de 13 años; un aspecto por destacar y que resulta revelante para el objetivo de la investigación es que la tecnología se encuentra inmersa en la cotidianidad de los estudiantes y de sus padres. En general el 80% tiene acceso a una red de internet, computador y celular con aplicaciones y pueden disponer de estos elementos. Existe acompañamiento físico por parte de los padres en la jornada no escolar, pero no se evidencia un acompañamiento tecnológico; puesto que a pesar de que el 75% de los padres son bachilleres y tiene conocimientos en las áreas básicas el manejo de la plataforma institucional, por parte de ellos es muy bajo ya que tan solo 35% de los padres realiza un registro diario. De manera general se puede concluir que se tiene los recursos tecnológicos, formación académica y la disponibilidad de los padres para acompañar a sus hijos. Sin embargo, se requiere implementar estrategias para que el padre de familia tenga una vinculación directa no solo en el acompañamiento, sino a la vez en la formación académica de sus hijos, puesto que en la medida que tenga una regulación en el seguimiento de sus hijos y conocimientos del uso tecnologías en el aprendizaje del álgebra puede aportar en el refuerzo realizado en casa el cual fortalece el trabajo de clase. Razón por la cual se visualiza el OVA como una estrategia para que el padre se vincule al proceso académico y a la vez fomente el desarrollo de competencias ciudadanas como la autorregulación, el trabajo en equipo, la comunicación asertiva y la responsabilidad.

Así mismo existe una aceptación por parte de los estudiantes, frente a la

posibilidad de tener una página donde se encuentre lo relacionado a la enseñanza de la matemática como una estrategia para mejorar sus aprendizajes. Sin embargo, es notorio que los estudiantes ven el uso del internet como una posibilidad para jugar en línea, hacer amigos y relacionarse con otras culturas y en un porcentaje inferior (32%) con uso de acceder al conocimiento. Este factor determina que el OVA debe ser de interés y responder a las características propias de un nativo digital, puesto que tienen un autoconcepto de nivel alto, superior y elevado en cuanto a uso y manejo de la tecnología.

Caracterizar la población permite concebir el OVA como una estrategia oportuna para robustecer el trabajo realizado en el aula y promover el desarrollo del pensamiento algebraico a partir de actividades fortalecidas con la experimentación, la visualización y el razonamiento matemático. Donde a menor intervención del profesor el estudiante con ayuda del medio de representación dinámica y tareas estructuradas puede lograr la autorregulación para avanzar en el desarrollo de su pensamiento matemático. Se determina

como hipótesis que la interacción del estudiante y un OVA construido desde el marco teórico de la didáctica de las matemáticas potencia el desarrollo de procesos matemáticos; en este caso particular asociados al desarrollo del Pensamiento Algebraico. Desde esta mirada esta investigación se visualiza metodológicamente como un trabajo cualitativo desde un diseño de investigación acción, que busca responder a las necesidades cotidianidad en tres fases: observar, pensar y actuar en de

manera cíclica. Observar para construir un bosquejo del problema y recolectar datos, pensar para analizar e interpretar y actuar para resolver el problema e implementar mejoras (Hernández et al., 2014)

Finalmente se espera que el OVA aporte elementos prácticos a la población participante, a la comunidad académica y a la Didáctica de las Matemáticas. A la población objeto de estudio que mediante la interacción con el OVA se logre la apropiación de competencias matemáticas a través del planteamiento y resolución de problemas. A la comunidad académica tener acceso aun OVA para el servicio de profesores de matemática del grado octavo donde se potencia el desarrollo del Pensamiento Algebraico y a la didáctica de la matemática un modelo didáctico donde se evidencie la interdisciplinariedad del uso de la tecnología desde la mirada de las TAC, Competencias Ciudadanas y saber matemático.

Bibliografía

Acosta, M. Monroy, L. y Rueda, K. (2010). Situaciones a-didácticas para la enseñanza de la simetría axial utilizando cabri como medio. Revista integración, vol.2 173- 189. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander, Escuela de Matemáticas.

Brousseau G. (2007). Iniciación de la Teoría de las Situaciones Didácticas. (Traducido por: Fregona, D., trabajo original: Initiation to the study of the theory of the didactic situations.). Buenos Aires: Libros del Zorzal.

Casablanco, S. (2014). De las TIC a las TAC, un cambio significativo en el proceso educativo con tecnologías. Revista Virtualidad, Educación y Ciencia (VEC), (5) 106-109.

Casablanco, S. (2014). Enseñar con Tecnologías...transitar de las TIC hasta alcanzar las TAC. Buenos aires, Argentina: Estación Mandioca ediciones, S.A.

Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. México, México: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V, quinta edición.

Margolinas, C. (1993). La importancia de lo verdadero y lo falso en la clase de matemáticas. (Primera edición en español; Acosta M.E. y Fiallo J.E., Trabajo original: De l'importance du vrai et du faux dans la classe de mathématiques, publicado en 1993), Bucaramanga, Colombia: Publicaciones UIS.

Ministerio de Educación Nacional. (2000). Formación de Docentes sobre el uso de Nuevas Tecnologías en el Aula de Matemáticas.

Recuperado <https://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/article-81040.html>

Moreno, L. (2014). Educación Matemática: del signo al píxel. Universidad Industrial de Santander.

Lozano, R. (2011). De las TIC a las TAC: tecnologías del aprendizaje y el conocimiento. Anuario ThinkEPI, (5) 45-47.

OCDE (2013), Marco y Pruebas de la evaluación de PISA 2012: Matemática, Lectura y Ciencias, Éditions OCDE, Madrid. Recuperado http://archivos.agenciaeducacion.cl/Marcos_pruebas_evaluacion_PISA_2012.pdf

OCDE (2018), Revisión del Gobierno Digital en Colombia: Hacia un Sector Público Impulsado por el Ciudadano, Éditions OCDE, París.

<http://dx.doi.org/10.1787/9789264292147-es>

Prensky, M. (2010). Nativos e Inmigrantes digitales. Distribuidora SEK, S.A.

Puig, L. (1996). Elementos de Resolución de Problemas. Granada: Comares

Santos Trigo, L (2011). La Educación Matemática, Resolución de Problemas y el empleo de herramientas computacionales. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática 6(8), 35-54.

Schoenfeld, A. (1985). Mathematical Problem Solving. New York: Academic Press.

Vergel, R. (2014). Sobre la emergencia del pensamiento algebraico temprano y su desarrollo en educación primaria. Doctorado Interinstitucional en Educación: Universidad Distrital. Colombia.

2.3.4 El Modelo de van Hiele y el método Socrática como mediadores para describir la comprensión del concepto de Infinito.

Alba Soraida Gutiérrez Sierra⁵³

Palabras clave: van Hiele, comprensión, razonamiento, método Socrático, infinito.

Comunicación breve:

La presente ponencia pretende mostrar los avances de la investigación en curso “La noción del infinito en el contexto del modelo de van Hiele ” cuyo objetivo es describir cómo comprenden los estudiantes de últimos años de educación media y primeros semestres de educación superior el concepto de infinito siendo este un objeto matemático abstracto, y su relación con el concepto de función de variable real, para conseguir tal descripción se utilizó como instrumento de indagación el método Socrático basado en la entrevista semiestructurada, a través de ella se proponen descriptores hipotéticos los cuales se van refinando durante la implementación del instrumento, finalmente validados los descriptores se procede a describir la comprensión del concepto en cuestión.

Por tanto, la problemática abordada desde el contexto de la presente investigación muestra que cuando los estudiantes se acercan al concepto

⁵³Doctorando en Educación, Universidad Metropolitana de Educación Ciencia y Tecnología Panamá, albasoraidagutierrez@gmail.com

del infinito, solamente lo hacen desde una noción intuitiva y relacionada con cantidad o tamaño, generando una serie de contradicciones conceptuales frente al hecho de que ellos no pueden establecer con suficiencia y claridad la conexión directa que tiene el infinito con otros conceptos matemáticos.

Frente al tema al realizar una cuidadosa revisión bibliográfica y se resaltan los estudios realizados sobre la noción del infinito en educación matemática desde diferentes ópticas, como el de Fischbein, Tirosh y Hess (1979), hasta los últimos avances en la exploración del aprendizaje usando software Kidron; Tall (2015).

A continuación, se muestra a manera de resumen a la luz de algunos autores las diferentes concepciones sobre el infinito.

Autor	Definición de infinito
Los griegos Infinito problema filosófico	El infinito se encontraba inmerso en aspectos de orden cosmológico, teológico y matemático. Anaximandro de Mileto: la substancia última que subyace al universo es ilimitada Algo a lo que no se puede asignar ningún tamaño. Se lo interpreta como aquello que siendo de hecho finito, crece y puede crecer sin límite alguno. Paradojas Existen cantidades infinitas que son el doble de otras cantidades infinitas Es posible poner en correspondencia conjuntos numéricos tales que uno esté incluido en otro Es posible poner en correspondencia los puntos de dos segmentos de distinta longitud Es posible poner en correspondencia los puntos de dos circunferencias de distinto radio. Es posible poner en correspondencia todos los puntos de una semicircunferencia con los de una recta
Aristóteles	El infinito existe en la naturaleza: en el tiempo que no tiene principio ni fin y en las magnitudes que pueden dividirse y seguirse dividiendo. Construcción del infinito como proceso inalcanzable Para Aristóteles no existe el infinito como un ente acabado, como
Autor	Definición de infinito

	infinito actual, sino meramente como un infinito potencial.
Edad Media	El concepto de infinito es abordado con una nueva óptica: se lo relaciona con la religión, con la creación, con Dios
Cantor	Los números son descubiertos y no inventados Definió formalmente conjunto infinito como aquel en el que se puede establecer una correspondencia uno a uno entre el mismo conjunto y una parte propia de él cualquier elemento, tan grande como sea, se puede siempre añadir otro, aún más grande, sin que se pueda descubrir un fin para tal proceso. (Jockwich, 2016) Gracias a la argumentación filosófica de Cantor, el término del infinito actual in abstracto es aceptado universalmente en la filosofía. Las consideraciones filosóficas acerca del infinito de Cantor contribuyen esencialmente a la lógica y a la filosofía analítica del siglo XX. Cantor logra la aceptación del infinito actual por parte de la iglesia católica Los números transfinitos resuelven el problema filosófico del infinito. Cantor prueba que entre los conjuntos de puntos infinitos puede haber diferencias de tamaño, es decir, que no todos los conjuntos infinitos de puntos tienen la misma cantidad de elementos. (Aponte, 2014) Cantor se aleja de la creencia, que había perdurado durante más de veinte siglos, y que establecía la existencia de un sólo infinito inalcanzable y virtual, y en este sentido desarrolló una teoría.

Autor	Definición de infinito
Modernidad	acerca del tamaño de las colecciones infinitas. desde el siglo XVII hasta el siglo XIX, existe una mayor apertura hacia la cuestión del infinito actual, ya que este se emancipa de su envoltura religiosa y vuelve a ser principalmente un problema filosófico
Arrigo y D'Amore (1999)	Para superar un obstáculo se requiere de un nuevo aprendizaje. Las dificultades para adquirir el objeto de infinito en matemáticas no solo dependen de los obstáculos epistemológicos sino también de los obstáculos didácticos.
Núñez (1991) citado por Díaz (2016).	La comprensión del objeto no cambia con la edad ni con las competencias escolares de los grados respectivos a cada edad, a su vez da cabida a aseverar que el objeto infinito ejerce poca influencia en el aprendizaje de la matemática si éste no es específico.
Tirosh et al (1985) citado por Díaz (2016: 72)	En la instrucción realizada donde aprendieron nociones básicas de la teoría de conjuntos y procedimientos adecuados para establecer la equivalencia de conjuntos infinitos.

Jirotková&Littler (2003, 2004) citado por Díaz (2016: 72)	el enfoque de un estudiante sobre el infinito difiere según el contexto en el que se exprese, en consecuencia, no se puede aseverar que las comprensión de los estudiantes es incorrecta, esto implica que los estudiantes se encuentran en un cierto estadio de desarrollo y que por tanto se debe pensar en qué otras actividades se deberían propiciar para que la red cognitiva de estos estudiantes alcance mayor calidad
Fischbein et al (1979) citado por Díaz (2016: 72	Expresa que la matemática escolar por lo común incentiva el Pensamiento lógico, esto es, los esquemas finitistas de la forma natural del pensamiento, en consecuencia, las respuestas finitistas surgen y prevalecen en situaciones conflictivas a problemas no estándar sobre conjuntos infinitos por ausencia o exceso de conocimiento matemático desde lo finitistas.

Tabla 1 Fuente propia a partir de Crespo (s.f.)

Por su parte, el modelo van Hiele es soporte teórico en cual se fundamenta la investigación, en efecto este permite describir cómo comprenden de los estudiantes el concepto del infinito y su relación con el concepto de función, permitiendo ubicar a la luz de unos descriptores hipotéticos en los niveles de razonamiento correspondientes en marcados en este, dichos niveles a su vez contemplan las fases de aprendizaje, las cuales después que

el estudiante interactúa con ellas inducen la movilización de un nivel a otro.

Se destaca el trabajo de algunos autores con el modelo de van Hiele en los que se contemplan cuatro niveles (Gutiérrez y Jaime, 1990) denominados: nivel I (de reconocimiento), nivel II (de análisis), nivel III (de clasificación), nivel IV (de deducción formal). Así mismo Land (1991), habla de nivel 0 (básico, visual o predescriptivo), nivel I (descriptivo), nivel II (teórico) y nivel III (deductivo). También Llorens (1995) a estos cuatro niveles añade un nivel anterior, que se denomina nivel 0 o predescriptivo, estos se enuncian a continuación:

Nivel 0, predescriptivo

Nivel I, de reconocimiento visual Nivel II, de análisis

Nivel III, de clasificación, de relación Nivel IV, de deducción formal

Dentro de los temas tratados, en lo que se refiere con el concepto de función Gutiérrez, Jiménez, Rodríguez y Salazar (2003), demostraron la evolución del concepto de función y sus implicaciones, así ponen en manifiesto que el concepto de función está íntimamente ligado al concepto primitivo de conjunto, al desarrollo del concepto de cantidad, y más generalmente, al concepto de número, y es allí donde se puede establecer la relación que tiene con el concepto de infinito.

Al mismo tiempo la investigación es orientada bajo la metodología de carácter cualitativo, utilizando como herramienta fundamental para la recolección de la información la entrevista socrática, mediante el guion de

entrevista se verifican los descriptores hipotéticos correspondientes a cada nivel niveles de razonamiento permite describir la comprensión de los estudiantes en relación con el concepto de infinito, a través del concepto de función de variable real. Esta interacción permite según Sandoval (2002), poder comprender algunos procesos cognitivos de los estudiantes en el momento de razonar.

En estas razones cabe recordar que el método socrático, nace de los diálogos que sostenía Sócrates para llevar al individuo a encontrar la verdad sobre conocimiento. Por tal razón se considera este como una estrategia para promover el pensamiento crítico, de este modo, el estudiante es quién descubre el conocimiento, utilizando una serie de preguntas y el análisis de sus propias respuestas, es decir, se construye conocimiento a partir de la reflexión crítica de una situación motivada. En este sentido, la elaboración de la entrevista socrática, debió ser cuidadosamente estructurada por varios aspectos, el primero es el lenguaje factor fundamental para determinar si el estudiante ha comprendido los conocimientos matemáticos; el vocabulario, las relaciones significativas entre los conceptos, entre otros aspectos, fueron factores de análisis en el desarrollo de la investigación. En estas razones, se resalta la descripción que realiza De la Torre (2003) sobre el método socrático y el modelo de van Hiele, trayendo algunos apartes de su artículo “El método socrático y el modelo de van Hiele”.

No obstante, los avances de la investigación en este momento, se relacionan con la selección documental concreta para la delimitación del

tema con base en aspectos como: el concepto de infinito, el concepto de función de variable real y el Modelo de Van Hiele, y el planteamiento de los descriptores hipotéticos los cuales serán un referente para a través de ellos determinar las condiciones que debe cumplir el estudiante en cada uno de los niveles de razonamiento que contempla el modelo de Van Hiele, a continuación se muestra un preliminar de descriptores de acuerdo a los cinco primeros niveles de razonamiento de terminados por Llorens (1997).

A continuación, se muestra de manera preliminar un descriptor para cada nivel. En este estudio se seguirá la nomenclatura por J. Llorens específicamente para los niveles 0 a III:

Nivel 0, predescriptivo. Reconoce en la recta real la ubicación de los diferentes conjuntos numéricos que la componen.

Nivel I, de reconocimiento visual. Aplica de forma visual segmentos de línea y que a partir de ellos se puede establecer un intervalo o subconjunto numérico en los reales.

Nivel II, de análisis. Tiene claro que los reales están compuestos por infinitos subconjuntos propios infinitamente divisibles.

Nivel III, de clasificación, de relación. Verifica que dado cualquier intervalo finito a cada uno de sus elementos le corresponde infinitos números reales, tantos como números reales hay.

Se puede inferir que al estudiar y analizar el concepto de infinito este no se reduce solamente a cálculos, problemas algebraicos o valores numéricos exageradamente grandes, el infinito está presente, ya sea infinitamente pequeño o infinitamente grande (Cantoral 2005), es allí donde el

estudiante al relacionar el concepto del infinito solamente con cantidad, no puede establecer la diferencia entre infinito actual e infinito potencial. Existen números reales tan pequeños como se quiera, pero diferentes del cero. ¿Se alcanza el límite? La expresión tiende a ser reserva para el caso donde no se alcanza el límite. El paso al límite otro obstáculo que parece importante es el paso de finito a infinito (...) razonamiento basado en la inducción, pensamiento inductivo basado en cálculos numéricos. Se basan esencialmente sobre la idea geométrica de la diferencia entre una magnitud variable y una magnitud constante, la cual es su límite (p.214).

Bibliografía

- Arrigo, G., D'Amore, B., and Sbaragli, S. (2011). *Infinitiinfiniti*. Trento: Erickson. [En curso de traducción en idioma español: Bogotá: Magisterio].
- Cantor G. (1955) *Contributions to the Founding of the Theory of Transfinite Numbers*.
Republication of the original translation of 1915. Dover Publication, Inc. New York.
- Cantoral, R. & otros (2005) “Desarrollo del Pensamiento Matemático” Editorial Trillas, Mexico.
- Cantoral, R. y Farfán, R. (2005) “Pensamiento y lenguaje variacional en la introducción al análisis” Editorial Trillas, Mexico.
- De la Torre, A (2003) “El Método Socrático y el modelo Van Hiele”. Universidad de Antioquía, *Lecturas Matemáticas*, volumen 24.
- Dolores, C., Valero, M. (2004). Estabilidad y cambio de concepciones alternativas acerca del análisis de funciones en la situación escolar.

Epsilon, THALES, 58, 20(1), 45T73.73.

Fischbein E., Tirosh D. y Hess P. (1979) The Intuition of Infinity. Educational Studies in Mathematics 10, pp. 3-40.

Gamboa, A y Vargas, G (2013) El Modelo Van Hiele y la enseñanza de la Geometría” UNiciencias, vol2, número 1.

Gutiérrez, Á., & Jaime, A. (1990). Una propuesta de fundamentación para la enseñanza de la geometría: el modelo de van Hiele. En L. y. Sánchez, Teoría y práctica en Educación Matemática. Sevilla: Alfar.

Jato, S (2012) “El infinito en las matemáticas de la enseñanza secundaria”

Jurado, F., & Londoño, R. (2005). Diseño de una entrevista socrática para la noción de suma de una serie de términos positivos vía área de figuras planas. Antioquia: Universidad.

Kidron, I. (2002). Concept definition, concept image, and the notion of infinite sum in old and new environments. Proceedings of the 26th International Conference for the Psychology of Mathematics Education, (Vol.3, pp.209–216), Norwich, England.

Land, J. (1991). Appropriateness of the van Hiele Model for Describing Students’ Cognitive Processes on Algebra Tasks as Typified by College Students’ Learning of Functions. Boston: University of Boston.

Londoño, R & otros (2017) “Estudio comparativo entre el modelo de van-Hiele y la teoría de Pirie y Kieren. Dos alternativas para la comprensión de conceptos matemáticos. Revista Logos, Ciencia y Tecnología, Policía Nacional, volumen 9, numero 2.

Llorens, J. (1995). Extensión del modelo de van Hiele a un ámbito diferente de la geometría en niveles educativos elementales. Valencia, España.

Núñez, R. (1991), Mathematical idea analysis: What embodied cognitive science can say about the human nature of mathematics, en Proceedings of the 24th International Conference for the Psychology of Mathematics Education, vol. 1, pp. 3-22, Hiroshima, Hiroshima University.

Sandoval, C. (2002). Investigación Cualitativa. Recuperado el 08 de febrero del 2009 de <http://contrasentido.yukei.net/wp-content/uploads/2007/08/modulo4.pdf>

Tirosh, D. (1991). The Role of Students' Intuitions of Infinity in Teaching the Cantorial Theory in "Advanced Mathematical Thinking", cap. 10, p. 153 - 166. Kluwer Ac. Pub.

Usiskin, Z. (1982). van Hiele Levels and Achievements in Secondary School Geometry. CRRSSG Report, Universidad de Chicago.

2.3.5 “Club de ciencias en la ciudad de Tunja. Una estrategia didáctica para la divulgación científica y el desarrollo social.”

Mancilla R. Fabián C⁵⁴, Valderrama A. Daniel⁵⁵, Bolívar S. Alejandro⁵⁶

Palabras clave: Divulgación científica, Didáctica, Desarrollo social, Ciencias Naturales.

“La divulgación científica es una de las exigencias sociales que caracterizan y capacita a las comunidades democráticas en los usos de la ciencia y la tecnología, elementos muy importantes para el desarrollo de la humanidad según autores como Massarani [CITATION Mas04 \n \t \l 9226]. En estos términos se hace indispensable el conocimiento científico, abordado desde una postura que permita comprender el entorno en el que vivimos y tomar decisiones acertadas en lo que a este respecta además debe fortalecer la capacidad creativa u de innovación que genere un bienestar personal, social y ambiental.

Lo anterior invita a que incluir en los planes de desarrollo y actividades de planeación de nuestras ciudades espacios de divulgación y desmitificación de la ciencia especialmente en la población juvenil, que no solo permitirán el desarrollo científico de la ciudad, sino que tendrán el agregado de contribuir al aprovechamiento del tiempo libre, al desarrollo de sus

⁵⁴Estudiante 5 semestre de Licenciatura En Ciencias Naturales Y Educación Ambiental, Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia, Tunja, fabian.mancilla@uptc.edu.co

⁵⁵Estudiante 7 semestre de Licenciatura En Ciencias Naturales Y Educación Ambiental, Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia, Tunja, danielfisicop@gmail.com

⁵⁶Profesional en Física, Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia, Tunja, Alejandro.bolivar@uptc.edu.co

capacidades cognitivas, creativas e innovadoras, así como el fortalecimiento de sus vínculos sociales.

En concordancia con lo mencionado, se propone la creación de un Club de ciencias para la ciudad de Tunja , partiendo de la realización de unos talleres didácticos introductorios, enfocados en las temáticas en el área de la física forense, la astronomía, la robótica, la física cuántica, la biofísica, la química general, y la biología conservacionista que por su aplicación en pruebas piloto en algunos colegios del departamento se sabe generan curiosidad, interés y motivación en los jóvenes además de permitir una relación con la tecnología la sociedad y el ambiente es decir que dichos talleres tendrán un abordaje didáctico desde el contexto, basados en el enfoque de enseñanza por indagación que sigue el modelo pedagógico constructivista.

Enseñar ciencia implica de acuerdo con Bunge, relacionar un conocimiento sistematizado en cualquier campo, para aplicarse en la organización de la experiencia sensorial objetivamente verificable. [CITATION Bun04 \l 9226] Esto implica una alfabetización, basada en la didáctica, la divulgación y las estrategias experimentales que el licenciado en ciencias naturales y el investigador en didáctica de las ciencias está en capacidad de diseñar, e implementar permitiendo además como lo plantea SJØBERG que dichas actividades pueden contribuir de forma positiva en los aspectos económico, práctico y sociocultural de la ciudad [CITATION SJØ97 \l 9226]. Este proyecto se fundamenta en el tipo de investigación cualitativa (Rodríguez Gómez, Gil Flores, & García Jiménez, 1996), con enfoque en el paradigma fenomenológico. (Martínez Rodríguez, 2011) y basado en los

principios de la investigación acción (Martínez Rodríguez, 2011), planteando cuatro fases de la investigación que consisten en un diagnóstico, para identificar el nivel de apropiación conceptual en ciencias naturales que poseen ciertas muestra aleatorias, el diseño y consecución del club, que incluye la revisión documental de ciertas temáticas disciplinares de la ciencia así como de estrategias didácticas que permitan la divulgación de la misma, en esta fase también se avanzara en la consolidación del club, finalmente se evaluarán los avances en la comprensión de ciertas temáticas, así como las relaciones que se establecen entre las mismas con el desarrollo social.

Los instrumentos a utilizar serán, cuestionarios pre estructurados, entrevistas, estrategias didácticas como los talleres, las tertulias, las charlas divulgativas, seminarios, cine foros y prácticas de campo; para el análisis de la información se utilizarán programas propios de este tipo de investigación, como atlas ti.

Se espera motivación en la población juvenil que se vincule al club, nuevas propuestas de investigación en el área de las ciencias naturales, proyectos de desarrollo local y reconocimiento social de la importancia de las ciencias.

Bibliografía

Bunge, Mario. (2004). La investigación científica. Su estrategia y su filosofía. En investigación científica (págs. pp.176-200.). Editorial Ariel S.A.

Martínez Rodríguez, J. (2011). Métodos de investigación cualitativa. Silogismo (8).

Massarani, L., & Castro Moreira, I. (2004). Divulgación de la ciencia: perspectivas históricas y dilemas permanentes. Quark (32), 30-35.

Rodríguez Gómez, G., Gil Flores, J., & García Jiménez, E. (1996). Metodología de la investigación cualitativa. Granada, España: Ediciones Aljibe.

SJØBERG, S. (1997). Scientific literacy and school science: arguments and second thoughts. Norwegian: Norwegian Institute for Studies in Research and Higher Education

3. POSTER

3.1. Línea Enseñanza de la ciencia en un mundo globalizado

3.1.1. Enseñanza didáctica de la Estadística a niños de 5º de Primaria

Alejandra Sánchez González, Erika Alejandra Suárez Díaz

Palabras clave: Didáctica, estadística, constructivismo.

La estadística, es el eje fundamental para la recolección, compilación y análisis de información de empresas, Instituciones educativas en todos los niveles de formación. Actualmente muchos países cuentan con entidades, unidades nacionales de información donde la toma de decisiones se realiza mediante un análisis estadístico. Es por ello que esta ciencia se tiende a considerar parte del diario vivir de cualquier ciudadano (Lara, R (2017)). Así, es fundamental que desde los primeros niveles de formación académico los niños se familiaricen con los conceptos más básicos y fundamentales de la Estadística, en pro de que no se subestimen los alcances de dicha ciencia, y que mucho menos se desprecie como una simple técnica de las matemáticas que sirve para contar información y genera gráficos, y que no pase de allí.

Impulsado por lo anterior, con el paso de los años la enseñanza de la estadística ha tomado más auge e importancia, pues se han ido

impulsando estrategias didácticas de enseñanza de esta. Autores como deLlrente, P. (2015), Lara, R. (2017), enmarcan la didáctica de la estadística desde una perspectiva constructivista, sustentada bajo el ideal de que, si a los estudiantes se les dan las herramientas necesarias, ellos pueden construir por cuenta propia los pasos para resolver una situación problema.

El trabajo de Vygotsky, es la mejor muestra del constructivismo social, el plasma la importancia de desarrollar actividades con sentido social donde el aprendizaje surge de una manera mucho más significativa, y donde la relación intercultural entre el docente y el estudiante, tiende a verse potencializada por un aprendizaje mutuo. Así justificamos el uso de este método en su trabajo porque la didáctica de la matemática, que inmersamente tiene la de la Estadística: “estudia la relación entre los saberes, la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.” (Llrente. 2015. pág. 15.).

El constructivismo de Vygotsky se enfoca sobre la base social del aprendizaje en las personas, ya que el contexto social da a los estudiantes la oportunidad de llevar a cabo, de

una manera más exitosa, habilidades más complejas que pueden realizar por sí mismos. Llevar a cabo tareas entre un grupo de estudiantes les proporciona una oportunidad en la que no sólo empiezan a comprender y adoptar ideas de los demás, sino también empiezan a discutir sus actividades y hacen que sus pensamientos sean visibles.

La necesidad de cambiar la imagen que plantea la enseñanza tradicional de

las matemáticas, busca en la estadística la posibilidad que, mediante una metodología participativa, donde se plantee un ambiente agradable, que permita a los estudiantes construir su propio conocimiento mediante la interacción social, la cual posibilita la interiorización de elementos culturales como el lenguaje que nos transmite el grupo humano en el que nacemos (Espinoza y Sánchez. 2014). Este planteamiento permitirá un aprendizaje cómodo y duradero.

Es así como mediante el uso de la estadística se logra un proceso de autoconstrucción, definido como internalización donde se pretende que una actividad externa como lo es el proceso de abstracción de diversos conceptos estadísticos, se construya y comiencen a definirse desde el interior del educando, donde es sin duda el lenguaje el instrumento más importante en la mediación del conocimiento (Vygotsky, citado en Llorente. 2015)

Fundamentado en lo anterior, surge el proyecto **“Estrategias didácticas para el mejoramiento de la enseñanza de la estadística en niños de 5º de primaria.”**, cuyo principal objetivo, es proponer métodos encaminados al mejoramiento de la enseñanza en estadística en niños de 5º de primaria mediante estrategias constructivistas, y el cual se desarrollará con dos grupos de grado quinto de la Institución Educativa Julius Sieber de Tunja, y el cual tiende a contribuir en el aprendizaje basado en la solución de problemas.

El proyecto actualmente en proceso de ejecución, busca aplicar una metodología constructivista efectiva y eficiente la cual incorpora instrumentos conceptuales y metodológicos, definidos como mecanismos

de influencia integral educativa. Potencializando el análisis del pensamiento aleatorio y probabilístico, y de paso los conceptos estadísticos y que a su vez con esto, niños de poblaciones vulnerables y con algunas dificultades sociales puedan acceder a visualizar y conocer la estadística, desde una perspectiva más lúdica, lo cual de forma paralela permitirá el fortalecimiento del trabajo en equipo, pues muchas de las estrategias serán aplicadas con estrategias grupales, que permitirán romper paulatinamente con diferencias sociales o culturales que existan. Con lo anterior, es relevante citar que la estrategia del proyecto subyace de trabajos como los de Wistuba, (2014), y Lara, R. (2017), donde el primero en su artículo expone que existen varios métodos culturales para la enseñanza de la estadística, entre los que destaca modelos operativo y productivo investigativo, que tiene como principal diferencia la forma en la que se entrega la información para que los estudiantes la trabajen. Mientras que el segundo autor, parte de estrategias constructivistas e incorpora a su vez la metodología

participativa, la cual se define como: “un proceso de trabajo que concibe a los participantes de los procesos como agentes activos en la construcción del conocimiento y no como agentes pasivos, simplemente receptores, de esta forma promueve y procura que todos los integrantes del grupo participe”. (Virsedá, E. 2014), con lo anterior Lara, busca promover mediante juegos la enseñanza de la estadística en niños de 6º de primaria de un municipio cercano a Madrid, España.

Guiados por este tipo de experiencias exitosas se ejecuta actualmente el

proyecto **“Estrategias didácticas para el mejoramiento de la enseñanza de la estadística en niños de 5º de primaria.”**, un total de 6 etapas. La primera de ella está fundamentada en hacer una evaluación diagnóstica del estado de los estudiantes entorno a los conocimientos que tienen acerca de la Estadística, consolidar las guías didácticas que se aplicarán durante 20 sesiones de acompañamiento académico. Guías que por si parte vienen a involucrar a los estudiantes en temas de construcción e interpretación de graficas estadística, análisis de estadístico útiles en la descripción de un conjunto de datos y análisis de probabilidad, este último vital en desarrollo de toda la teoría de azar.

Luego de terminar la ejecución de las prácticas se aplicará una prueba final con la que se busca medir el impacto obtenido en términos de la intervención ejecutada. Toda prueba a realizar contará con un análisis basado en técnicas estadísticas que permitirá realizar una descripción los hallazgos.

Con lo anterior, es viable concluir que existen muchos autores que han planteado estrategias didácticas para la enseñanza de la estadística, las cuales son posibles validar en sesiones de acompañamiento académico en las que conjuntamente se puedan aplicar dinámicas de enseñanza didáctica de la estadística, tal como se quiere hacer e implementar en este proyecto.

Bibliografía

- Espinoza, C. y Sánchez, I. (2014). Aprendizaje basado en problemas para enseñar y aprender estadística y probabilidad. Universidad del Bio-Bio; Concepción, Chile. Recuperado de:

<http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/>

- Lara, R. (2017). Enseñanza de la estadística utilizando el juego y materiales manipulativos como recurso didáctico en 6º de primaria. Tesis. Recuperado de:

<https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/4779/LARA%20MORENO%2C%20RAQUEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Llorente, P. (2015). Metodología lúdica en el aprendizaje de la estadística.

Trabajo fin de estudios. Recuperado de:
https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE001405.pdf

- Wistuba, L. (2014). Didáctica de la Estadística Modelos Culturales en la Enseñanza de la Estadística. Repositorio digital de documentos en Educación Matemática. Recuperado de:
http://funes.uniandes.edu.co/4404/1/Modelo_de_ense%C3%B1anza_de_la_estad%C3%ADstica-.pdf

3.1.2.Desarrollo de procesos enseñanza-aprendizaje de los conceptos calor y temperatura, a partirde la experimentación como cambio conceptual.

JeimyLorena Alarcón Ramírez⁵⁷, Karen Tatiana Molina⁵⁸

Palabras clave: calor, temperatura, conceptos, experimentación, enseñanza, aprendizaje.

La necesidad de fomentar un pensamiento crítico en los estudiantes ha llevado a la búsqueda de modelos y estrategias que estén presentes en la enseñanza de las ciencias en donde su divulgación sea de forma práctica y clara. Por tanto, la nueva visión educativa apunta a la elaboración de un aprendizaje científico más apropiado, teniendo en cuenta que la comprensión de los conceptos científicos se convierte en uno de los objetivos fundamentales para la enseñanza de la ciencia.

La presente propuesta buscaa través de la práctica experimental, la identificación de los conceptos calor ytemperatura, teniendo en cuentala dificultad que estos presentan en su comprensión y diferenciación. Para lo cual se plantea partir desde las ideas previas de los estudiantes, siendo ésta la base del proceso de aprendizaje que son percibidos a través de la constante observación lo que conduce a la formulación de situaciones hipotéticas y a su propia concepción que toman en cuenta para referirse a

⁵⁷Estudiante de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, jeimy.alarcon01@uptc.edu.co

⁵⁸Estudiante de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja,

estos a través de fenómenos naturales que ocurren en el entorno que les rodea.

Al poder abordar la apropiación de dichos conceptos se tiene en cuenta que en muchos casos las concepciones que tienen los estudiantes son erróneas y más aún cuando se pretende diferenciar, por ello surge la necesidad de llevarlos de una manera más aplicada y alternativa al aula, donde se propone promover y difundir una correcta apropiación conceptual a través de la experimentación, ya que es un método estratégico de enseñanza-aprendizaje; según varios estudios la experimentación como herramienta pedagógica contribuye a la formación del pensamiento científico en los estudiantes, creando así actitudes críticas y reflexivas hacia el contexto que les rodea, con el propósito de contrastar y construir nuevos conocimientos científicos.

Generalmente, cada estudiante posee nociones previas y perspectivas para dar interpretación frente a fenómenos de la naturaleza, éstas gracias a la interacción con el ambiente que le rodea, sin embargo, en algunos casos, estas concepciones pueden llevar a un correcto significado, pero en otras, pueden ser erradas (Posada, 2000).

Durante el proceso de enseñanza- aprendizaje de la química se presentan ciertas dificultades en el dominio conceptual de varios términos que se encuentran estrechamente relacionados, un ejemplo de ello es el calor y la temperatura, pero que manejan una conceptualización completamente

distinta. Al abordar estos términos existe cierta complejidad en su diferenciación y claridad en cada uno de sus significados, es así como se requiere del proceso crítico y deductivo de los estudiantes en la búsqueda de un correcto uso conceptual a miras más científicas y de relevancia para soportar claridad en estas concepciones, para ello se tiene en cuenta una reestructuración conceptual basada en el conocimiento ya existente, lo que implica construir desde las nociones e ideas previas de los estudiantes, a un conocimiento más estructurado y coherente que permita explicar los fenómenos físicos, químicos y naturales a partir de experiencias que generen curiosidad, asombro, deducción y creatividad.

Pretendiéndose fomentar el aprendizaje de dichos conceptos se tiene en cuenta determinar modelos de aprendizaje didácticos que proporcionen alcances ya propuestos en diferentes metodologías, tales como: La Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación (ECBI), donde determina que a través de la experimentación se puede lograr un choque cognitivo y así una construcción de conceptos estructurados, según (Barbosa y Escalante, 2016) parte de las ideas previas de los estudiantes como base, donde el maestro lo conduce a la experimentación, con el propósito de contrastar y construir nuevos conocimientos científicos, que luego son susceptibles a ser aplicados a nuevas situaciones, en las cuales desplegarán habilidades y competencias científicas.

Por otro lado, el modelo de aprendizaje de conflicto cognitivo como complemento de la anterior estrategia; Piaget (1996) utiliza el término conflicto cognitivo para referirse al cambio conceptual o

reconceptualización que genera en los alumnos una situación contradictoria, entre lo que ellos saben (conocimientos previos) y los nuevos conocimientos, provocando un desequilibrio cognitivo que conduce a un nuevo conocimiento más amplio y ajustado a la realidad, para seguir enriqueciéndose en nuevos procesos de aprendizaje a través de ciclos evolutivos. Teniendo en cuenta estas estrategias

se plantea la siguiente metodología desarrollada en tres fases 1-diagnóstico, 2-diseño e implementación y 3-evaluación.

1- Diagnóstico: Para esta fase se pretende determinar los conocimientos existentes que poseen los estudiantes frente a los conceptos calor y temperatura, y cómo estos conceptos son aplicados en la vida cotidiana y en el entorno, para ello se realizarán pruebas que permitan analizar el nivel de conocimiento que presentan los alumnos frente al contraste entre estos conceptos.

2- Diseño e implementación: Con base a los resultados de la fase anterior se plantean tres sub fases: principalmente se tiene en cuenta la experimentación, para esta sub fase se pretende recolectar experimentos y ajustarlos al contexto al cual irán aplicados, para ello se utilizarán como ejemplos de experimentación principalmente fenómenos naturales. Para llevar estos experimentos a la práctica se hace necesario la realización de guías de trabajo las cuales sean desarrolladas por los estudiantes, para así comprobar que lo que se desea enseñar se está comprendiendo y de qué manera se está logrando dicha comprensión, teniendo en cuenta que para estas guías se reconocerá el proceso histórico epistemológico de cada

concepto, para que el estudiante al realizar las mismas complemente y desarrolle un pensamiento científico que le permita determinar la apropiación para cada concepto siendo este el contraste entre las ideas previas y estos nuevos conocimientos, generando así un choque cognitivo; por último la aplicación, teniendo en cuenta la guía de trabajo en esta sub fase se pretende desarrollar habilidades en los estudiantes con el objetivo de fortalecer el aprendizaje teórico ya aprendido, proporcionando valor al interpretar lo sucedido durante el experimento.

3- Evaluación: Determinará si el desarrollo de las fases anteriores proyectan a que el estudiante sea capaz de dar una correcta conceptualización y lograr satisfactoriamente llegar a una diferenciación frente a los conceptos calor y temperatura, para lo cual se procede a evaluar este aprendizaje por medio de una prueba, donde el estudiante demuestre sus habilidades para lograr diferenciar estos dos conceptos desde su misma experiencia.

Con esta propuesta de investigación se busca que mediante la experimentación se pueda llegar a un reconocimiento y buen uso de los conceptos calor y temperatura, ofreciendo ideas alternativas ligadas a la práctica, de este modo pretender una total apropiación de estos frente a su diferenciación y aplicación en el aula y en la vida cotidiana, para finalmente motivar a docentes y estudiantes en darle importancia a procesos didácticos de enseñanza aprendizaje dentro y fuera del aula.

Referencias

- Barbosa, S., Escalante, D. (2016). Efecto de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI), en el aprendizaje de los conceptos calor y temperatura en dos colegios de la ciudad de barranquilla. (tesis de maestría). Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia
- Posada, J. (2000). El estudio didáctico de las ideas previas. En J. Posada. (Ed.), Ideas previas de los alumnos y construcción del conocimiento escolar sobre las ciencias experimentales. (pp 365-370) Málaga.
- Piaget (1996) Cuaderno: Piaget y la Educación. Bellegarde: SADAG.

3.1.3.Desarrollo de habilidades de pensamiento científico desde el concepto “ley de gases”

Juan Camilo Guzmán Rodríguez⁵⁹, Edgar Eduardo Vargas Aguilar⁶⁰

Palabras clave: ley de gases- pensamiento científico- enseñanza-aprendizaje

Es importante diseñar e implementar estrategias de enseñanza experimentales en química, que permitan mejorar los procesos de aprendizaje de conceptos de la asignatura, teniendo en cuenta que el proceso de aprendizaje en esta disciplina puede verse afectado por la limitada conexión que hay entre los conceptos que se trabajan y la aplicabilidad contextualizada de ellos en la vida cotidiana. Es por esto que surge la idea de iniciar un proceso de enseñanza a partir de la experimentación en estudiantes de educación básica y media, donde se generen nuevos procesos de pensamiento a partir de la indagación y la experimentación.

Con esta propuesta se pretende iniciar procesos de transformación en la práctica docente a partir de la experimentación contextualizada por medio de una secuencia de actividades que permitirá mejorar la comprensión de conceptos por parte de los estudiantes. De igual manera se pretende

⁵⁹Estudiante de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, juan.guzman05@uptc.edu.co

⁶⁰Magister en Docencia de la Química, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, edgar.vargas01@uptc.edu.co

generar un material de apoyo didáctico para la enseñanza de contenidos de química como es la ley de gases desde las diferentes teorías propuestas, teniendo en cuenta aspectos tales como la historia, la importancia, la contextualización del contenido, el sustento teórico del concepto y finalmente la experimentación como base fundamental de la estrategia diseñada e implementada.

Es necesario llevar experimentos al aula que faciliten el aprendizaje y, a su vez, la enseñanza del comportamiento de los gases, para que de esta manera los conceptos estructurantes encuentren una aplicabilidad real y los estudiantes comprendan la relación entre la base teórica y los fenómenos que diariamente suceden.

Se espera que con esta serie de experiencias se introduzca a los estudiantes en la comprobación científica, en el análisis de situaciones reales y que sean estos quienes propongan soluciones a los fenómenos observados. Además, se busca que los estudiantes despierten su curiosidad científica y se sorprendan con los fenómenos que diariamente los rodean.

Para algunos autores los gases son en diversos aspectos, mucho más sencillos que los líquidos y los sólidos. Estos afirman que el movimiento molecular de los gases resulta totalmente aleatorio, y las fuerzas de atracción entre sus moléculas son tan pequeñas que cada una se mueve en forma libre y fundamentalmente independiente de las otras. Sujetos a cambios de temperatura y presión, los gases se comportan en forma más previsible que los sólidos y los líquidos. Las leyes que norman este comportamiento han desempeñado un importante papel en el desarrollo

de la teoría atómica de la materia y la teoría cinética molecular de los gases (Chang, 2002).

De igual manera se afirma que el aprendizaje de la ley de gases y de los conceptos que la componen se centra en la resolución de problemas a través de determinadas fórmulas y la evaluación de este aprendizaje se limita a corregir estos ejercicios, asumiendo que el estudiante que resuelve ejercicios mecánicamente es quien demuestra haber comprendido el tema sin que comprenda el trasfondo y la aplicación de una ecuación en un contexto real (Triana 2012).

Para cambiar esta dinámica improductiva donde se corre el riesgo de que el proceso de enseñanza de la química se convierta en algo monótono y el estudiante se desinterese en la ciencia, se hace necesario implementar herramientas didácticas para que la construcción de conocimiento sea efectiva, considerándose la experimentación como la base y el punto de partida para iniciar cambios en los procesos de enseñanza (Etxaniz y Santos, 2005).

Con esta investigación se pretende generar habilidades de pensamiento científico que permitan mejorar la comprensión del concepto de ley de gases a partir de la indagación, teniendo como punto de partida la identificación de las habilidades de pensamiento previas que presentan los estudiantes sobre el concepto de ley de gases, lo cual va a permitir diseñar e implementar una secuencia de actividades para desarrollar y fortalecer dichas habilidades por medio de la indagación. Para finalizar se llevará a

cabo una evaluación que permita identificar las habilidades desarrolladas por los estudiantes una vez implementada la estrategia.

Las habilidades de pensamiento científico se entienden como aquellas capacidades que un sujeto posee y que le sirven para solucionar problemáticas que se presenten en un determinado tema (Hernández, 2017). Cordano (2015) expresa enfáticamente: “cuando se habla de desarrollar habilidades de pensamiento científico, lo que se busca es potenciar la capacidad de interpretar datos, generar análisis, evaluar situaciones y llegar a una conclusión”. El avance de la ciencia en el mundo actual se produce con una velocidad asombrosa, por lo que los conocimientos están también en constante cambio, es por esto que desde la escuela se debe preparar a los estudiantes para que adquieran las habilidades científicas necesarias que les permitan desenvolverse en estos contextos complejos y les ayuden a solucionar los problemas que se presentan en la cotidianidad (Carrillo, 2012).

Entre las habilidades de pensamiento científico que se buscan fortalecer o, en su defecto, desarrollar a través de la implementación de la secuencia de actividades, se destacan: el análisis, la comprensión de contextos y situaciones reales, la capacidad lectora e interpretativa, entre otras.

Como presenta Zuluaga en su proyecto de aula: enseñanza de gases ideales (2016), la metodología para la enseñanza de la ley de gases debe seguir una secuencia lógica y ordenada, en la cual se pueda acompañar fácilmente el proceso y, de la misma manera, sea sencillo hacer correcciones sobre la

marcha, sin que esto afecte lo previamente planeado. Por esta razón, la metodología que se manejará tiene tres etapas definidas: 1. diagnóstico, 2. diseño e implementación, y 3. evaluación.

1. Diagnóstico. En esta etapa se busca conocer y determinar los conocimientos que tienen los estudiantes frente al tema de ley de gases y cómo los asocian en la vida cotidiana. Para ello, se realizarán pruebas que permitan identificar las habilidades de pensamiento científico que los estudiantes ya tienen respecto a la ley de gases y se realizarán dichas pruebas desde diferentes aspectos, como el desarrollo de ejercicios matemáticos mediante la aplicación de fórmulas y el grado de comprensión que existe sobre los conceptos en contextos reales.

De igual manera se busca transformar los procesos de enseñanza de la química, por lo cual es importante realizar encuestas a los estudiantes que participarán en la secuencia de actividades, puesto que lo que puede orientar al docente en el diseño de la estrategia debe estar sujeto a la forma en que aprenden los estudiantes de acuerdo a sus gustos, metas y capacidades.

2. Diseño e implementación. En esta etapa se tienen en cuenta los resultados del diagnóstico, pues sabiendo el grado de conocimientos que tienen los estudiantes frente a la ley de gases y sus intereses, se pueden diseñar las actividades para el aprendizaje de esta y a su vez se pueden plantear la manera de implementarlos a través de los experimentos más adecuados. En esta etapa, entonces, se definen los temas que van a ser

explicados, los experimentos que se desarrollarán, las actividades a realizar y las guías de trabajo que encaminarán cada actividad.

Es importante que estas guías de trabajo estén enlazadas unas con otras, para que el conocimiento no se vea en el peligro de perderse o de olvidarse al asumir que las guías no tienen conexión. La manera de unir estas guías de trabajo y, por lo tanto, de unir los conceptos aprendidos, será a través de la experimentación: al final de cada guía se realizará un experimento que desarrolle conceptos de la guía siguiente; en este experimento se pedirá al estudiante que comente sus hipótesis frente a lo sucedido en la experiencia utilizada, que se desarrollarán a través de preguntas como “¿Qué sucedió?” “¿Por qué cree que sucedió?” “De haber cambiado alguna de las variables, ¿qué hubiese sucedido?” “¿Conoce algún otro evento en el que suceda algo parecido?”, que el estudiante responderá de manera especulativa.

Este ejercicio será de utilidad para desarrollar la investigación autónoma del estudiante, puesto que el experimento utilizado no será explicado en esa sesión, obligando así a que el estudiante busque independientemente la verdadera explicación del fenómeno. Ahora bien, la guía siguiente sí desarrollará como tema principal aquel que explique lo que ocurrió en el experimento, por lo tanto, el estudiante llegará a esta sesión con conocimientos que él mismo investigó sobre este tema, lo que facilitará el desarrollo de la actividad. En esta sesión puede repetirse el mismo

experimento que finalizó la guía anterior, solo que ahora se pedirán respuestas y análisis más allá de las meramente especulativas.

Además, en esta fase de diseño e implementación es primordial rescatar la interdisciplinariedad, es decir, que diferentes disciplinas o enfoques complementen y enriquezcan la secuencia de actividades a crear. Por ejemplo, articular la historia y desarrollo de la ley de gases puede permitir que los estudiantes incrementen sus habilidades de pensamiento científico, al relacionar y entender la importancia del desarrollo histórico con la construcción de los conceptos. De esta manera, lo anterior, facilitará que las habilidades de pensamiento científico se fortalezcan gracias a la implementación de la secuencia de actividades.

Para cumplir con esta fase metodológica se desarrollarán guías y actividades experimentales que permitan mejorar la enseñanza por parte de los docentes y la comprensión por parte de los estudiantes sobre la ley de gases y todos los temas que de ella se desprenden.

3. Evaluación. Esta fase es primordial, puesto que gracias a esta se conocerá si las secuencias de actividades desarrolladas tuvieron o no el efecto esperado en los estudiantes. Para ello, se confrontarán los resultados de la prueba diagnóstica con un instrumento final, el cual debe manejar los mismos enfoques que la prueba diagnóstica, para lograr coherencia en la comparación. Esto significa que, si en la prueba diagnóstica se aplicaron ejercicios matemáticos para conocer el grado de conocimientos del estudiante en este aspecto, el instrumento final debe también manejar este componente matemático, así se puede comparar

realmente si existió o no un avance después de aplicada la secuencia de actividades, recordando siempre que el objetivo es fortalecer y generar habilidades de pensamiento científico, las cuales deben ser también evaluadas.

Es necesario también sistematizar y analizar la información que se recolecte, pues con base en los resultados obtenidos se podrán hacer todas las modificaciones, correcciones y cambios que la secuencia de actividades requiera para lograr su objetivo. También es importante que algunos pares evaluadores con experiencia amplia en el campo de la didáctica de las ciencias naturales, analicen la secuencia de actividades desarrolladas y a partir de sus aportes enriquecerla todavía más.

Con la implementación de la secuencia de actividades a través de las fases metodológicas anteriormente descritas se espera que el estudiante fortalezca habilidades de pensamiento científico a partir de la experimentación contextualizada de las diferentes teorías de la ley de gases, además, que se mejore la comprensión del concepto y su aplicabilidad en la vida cotidiana. Se busca, también, iniciar procesos de transformación en la práctica docente y la enseñanza de la química.

Referencias

Carrillo, C. (2012). Enseñanza para el desarrollo del pensamiento científico desde la escuela. Desarrollo del pensamiento científico: proyecto innovación en formación científica (pp. 13-33). Bogotá: Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico, IDEP.

Chang, R. (2002). Química. México D.F., México: Mc Graw Hill.

Cordano, M. (2015, 30 de agosto). Cómo fomentar las habilidades de pensamiento científico que desde este año fomenta la PSU.

El Mercurio. Recuperado de
https://www.uahurtado.cl/pdf/31-8_Cmo_fomentar_las_habilidades_de_pensamiento_cientifico_que_desde_este_año_evala_la_PSU_Eduglobal.pdf

Etxanis, M. y Santos M. (2005). Unidad didáctica para el estudio de los gases: combinación de una propuesta constructivista con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. Enseñanza de las Ciencias. (Número extra)

Hernández, J. (2017). Propuesta metodológica basada en la Indagación Científica para el desarrollo de Habilidades del Pensamiento Científico en alumnos de 2º año medio, en la asignatura de Biología en la Unidad dinámica de poblaciones y comunidades en un establecimiento de la ciudad de Los Ángeles (tesis de pregrado). Universidad de Concepción, Los Ángeles, Chile.

Triana, M. (2012). Propuesta experimental aplicada al aula para la enseñanza del tema de gases (tesis de maestría). Universidad Nacional, Bogotá, Colombia.

Zuluaga, P. (2016). Enseñanza de gases ideales (proyecto de aula). Colegio Teresiano Nuestra Señora de la Candelaria, Medellín, Colombia

3.1.4. La pedagogía hospitalaria: Una nueva propuesta de educación y práctica docente en ciencias

Angie Arango Martínez, Andrea Sanabria Totaitive

Palabras claves: Pedagogía hospitalaria. Enseñanza de las ciencias. Formación de profesores.

La Pedagogía Hospitalaria tiene su nacimiento en Europa, cerca del año 1945, cuando René Spitz describió el síndrome de hospitalismo sobre las consecuencias negativas que el ingreso en un centro médico tenía sobre el desarrollo infantil; desde ese momento y poco a poco se ha ido implementando en casi todos los países de Europa y algunos de América (Lizasoain & Peralta, 2004). Lizasoain y Lorente (1992) afirman que el niño hospitalizado, así sea por un periodo corto, puede tener algunas alteraciones psicológicas y no precisamente a causa de su enfermedad, sino por la separación de sus padres y la interrupción de su vida escolar, debido a esto el Parlamento Europeo en 1986 presentó la Carta de los Derechos del Niño Hospitalizado esto con el fin de mejorar la calidad de vida de los mismos con su participación en procesos educativos.

Con el pasar de los años este innovador movimiento pedagógico fue haciéndose más fuerte en toda Europa y en algunos países Americanos, por ejemplo Ecuador se ha preocupado por crear convenios entre el Ministerio de Salud y el Ministerio de Educación para promover las aulas hospitalarias brindando asistencia educativa a los niños hospitalizados; de la misma

manera Perú, en el Hospital del Niño tiene un programa muy bien estructurado de Pedagogía Hospitalaria el cual funciona a base de voluntariado.

En Colombia la Pedagogía Hospitalaria es una práctica poco conocida, sin embargo, la ciudad de Bogotá, ha desarrollado desde el año 2010 trabajos conjuntos entre las Secretarías Distritales de Salud y Educación para poner en funcionamiento, mediante la Red Hospitalaria Distrital, 20 aulas hospitalarias entre los años 2010-2013 en 8 hospitales de la ciudad capital; en el 2015 se realizó un conversatorio en la Universidad Javeriana sobre “los retos de la pedagogía hospitalaria” donde se estableció que en Colombia hay actualmente entre 40 y 45 aulas hospitalarias, hay 20 oficiales en los hospitales públicos de Bogotá y el resto en las regiones; además en la capital existe un decreto que reglamenta y permite el desarrollo de las aulas, pero hace falta una ley nacional de educación hospitalaria. Al 2018 son 27 aulas hospitalarias en el Distrito con más de 50 docentes adscritos a la secretaria de inclusión a poblaciones de la Secretaría de Educación del Distrito (SED).

Así mismo, en el 2014 se realizó en Bogotá el primer Congreso Internacional de Pedagogía Hospitalaria y el II Encuentro Distrital de Aulas Hospitalarias donde se discutieron temas relacionados con la formación de docentes con énfasis en pedagogía hospitalaria como uno de los compromisos para seguir contribuyendo con la educación y bienestar de las niñas y niños hospitalizados (Martínez, 2016).

¿Qué es la Pedagogía Hospitalaria?, la pedagogía hospitalaria (PH) es la educación que se le brinda a los niños y adolescentes en condición de enfermedad, es decir, aquellos niños que por causa de alguna enfermedad se ve interrumpida su vida escolar; lo que se propone la PH es lograr que el niño o el adolescente continúe su escolaridad en el hospital o en su domicilio. Según Violant y Lizasoain (2015) hablar de PH es hablar de una educación en situación de necesidad por motivos de salud y en un momento de vulnerabilidad y labilidad emocional de las personas que se encuentran en esta situación, pero también de todas las personas que los rodean.

Lizasoain y Lorente (1992) mencionan algunos de los objetivos de la PH:

- Continuar con el proceso normal de enseñanza y de aprendizaje del paciente.
- Conseguir que el niño hospitalizado sea un sujeto activo.
- Desarrollar la individualidad de cada paciente.
- Tratar las necesidades, problemas y temores específicos que el niño sufre.

De esta manera, diferentes países han tratado de cumplir con estos objetivos creando leyes que cobijen los derechos educativos de los niños en condiciones de enfermedad, entonces las Aulas Hospitalarias se convierten en una propuesta que ayuda no solo a los niños, maestros o especialistas de la salud; también a los familiares de los niños; pues lleva a que se formen mejores personas, mejores profesores y mejores

profesionales, haciendo que se trascienda de la enseñanza o la enfermedad (SED Local, 2014 citado por Martínez, 2016).

En Bogotá las Aulas Hospitalarias corresponden a un proceso de educación formal, así que los docentes están vinculados a la Secretaría de Educación Distrital (Martínez, 2016), una de las grandes proyecciones de esta investigación a largo plazo es que los docentes de la ciudad de Tunja también puedan ser vinculados a la Secretaría de Educación, además es importante señalar que el trabajo pedagógico del docente de las Aulas Hospitalarias no solamente se centra en el alumno, también se extiende a los padres de familia, al cuidador primario, al equipo interdisciplinario y la comunidad hospitalaria en general (SED,2014).

En el marco de esta pedagogía se hace necesario idear nuevas propuestas educativas que propendan en este tipo de educación; de la misma manera para los estudiantes de la Licenciatura de Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia es muy importante contar con espacios para fortalecer su práctica pedagógica. En este sentido Lizasoain y Lorente (1992) mencionan que uno de los grandes retos con los que se encuentran los profesionales de la educación, es el de acomodar los planes educativos a las capacidades de los niños y a las condiciones especiales de trabajo en el hospital.

Por todo lo anterior, es necesario que, en la ciudad de Tunja, capital del Departamento de Boyacá-Colombia; se tomen iniciativas para promover es

tipo de pedagogía, pues en dicha ciudad aún no se desarrolla la pedagogía hospitalaria, es por ello que esta propuesta de investigación tiene como fin contribuir a la educación en ciencias de los niños, niñas y jóvenes hospitalizados, esta será orientada por docentes en formación de la Licenciatura en

Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, permitiendo que tanto docentes como estudiantes hospitalizados se beneficien con el aprendizaje.

¿Qué proponemos? Crear espacios de formación para los futuros licenciados en Ciencias Naturales y Educación Ambiental en los centros hospitalarios. Diseñar actividades a partir de la Pedagogía Hospitalaria para continuar la escolarización de niños, niñas y jóvenes pediátricos en ciencias. Formular un programa a partir de los resultados obtenidos.

¿Cómo se haría?, para el desarrollo de este proyecto se deben tener en cuenta los centros hospitalarios y los docentes en formación: no es un secreto en cualquier profesión que la práctica hace al maestro, por ende, es necesario encontrar diferentes espacios que contribuyan a fortalecer dicha labor; los docentes de aulas hospitalarias deben aprender a desarrollar grandes capacidades no solo intelectuales sino actitudinales y morales. Enseñar a un niño en condición de enfermedad, no es fácil, esto implica que el docente se reinvente cada día, es decir, que idee diferentes estrategias para lograr captar el interés de su alumno, pero esto ya se sabía, pues para

lograr un aprendizaje significativo el interés juega un papel muy importante en cualquier alumno. Lo diferente aquí, es que el docente se va a encontrar con diversidad de estados de ánimo del alumno, debido a su salud, además en el aula hospitalaria también tendrá a padres de familia y personal médico.

La enseñanza de las ciencias implica la utilización de estrategias y situaciones problemas contextualizadas, en estos casos, el docente podrá apoyarse en la enfermedad, la salud y el bienestar del niño para enseñarle diferentes temas, en los objetos que los rodean, o en las situaciones que logre evidenciar. No se acepta una enseñanza tradicional en la Pedagogía Hospitalaria, lo que se busca es animar al niño por el aprendizaje, no en hacer que sienta que es una obligación, pues ya bastante tiene con su enfermedad. El uso de textos, mitos, juegos, juegos lúdicos, experimentos, etc., son herramientas que podrán ser utilizadas para planear las clases. Finalmente, esta enseñanza se termina convirtiendo en una enseñanza personalizada, donde tanto estudiante como docente aprenden tras cada sesión de clase, tras cada experiencia.

El diseño de las actividades: La enseñanza de las ciencias basada en indagación, es considerada en estos tiempos como una de las mejores metodologías para lograr el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes; pues a partir de despertar el interés, contextualizar los temas y poner en evidencia la utilidad de lo que se aprende para la vida real; se ha logrado que los estudiantes se responsabilicen de su aprendizaje y así

sea significativo.

Las planeaciones que se diseñarán tendrán que ir acorde a la temática que el niño venía trabajando en su escuela de origen, es decir, los docentes en formación deberán estar en contacto con los docentes de los niños hospitalizados para así saber qué temas de ciencias debe reforzarle al niño. Se propone utilizar la indagación y el estudio de caso, ya que permite una participación activa del estudiante, guiado por el docente el cual con preguntas lo motiva a participar. Los contenidos deben ser relevantes para la vida diaria de los estudiantes motivando el interés, y las ideas que los estudiantes expresen frente a los temas deben ser fundamentales.

Bibliografía

Lizasoain, O. (2005). Los derechos del niño enfermo y hospitalizado: El derecho a la Educación. Logros y perspectivas. Estudios sobre educación, 9, 189-201. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/83560893.pdf>. (Consultado el 13 de enero de 2018).

Lizasoain, O., & Lorente, P. (1992). La Pedagogía Hospitalaria en Europa: La historia reciente de un movimiento pedagógico innovador. Psicothema, 4 (1), 49-67. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/727/72704103.pdf>. (Consultado el 20 de octubre de 2017).

Lizasoain, O., & Peralta, F. (2004). Aproximación a la educación especial desde el marco teórico y organizativo. Pamplona: Newbook.

Martínez, C. (2016). El Conocimiento profesional de profesor(a) de Ciencias de primaria sobre el conocimiento escolar: Dos estudios de caso, en Aulas Vivas y Aulas Hospitalarias del Distrito Capital de Bogotá. Serie Investigaciones.

Martínez, C., Torres, L., & Álvarez, E. (1986). Aulas Vivas y Aulas Hospitalarias: dos propuestas alternativas de enseñanza de las ciencias. 35-46. Recuperado de:

http://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/

[aulas_vivas_y_aulas_hospitalarias_dos_propuestas_alternativas_de_enseñanza_de_las_ciencias.pdf](#). (Consultado el 13 de enero de 2018).

Secretaría de Educación del Distrito. (2014). Aulas Hospitalarias: “La Pedagogía del Amor”. Recuperado de:

<https://www.educacionbogota.edu.co/es/component/k2/item/2403-aulas-hospitalarias-la-pedagogia-del-amor>. (Consultado el 12 de noviembre de 2018).

Universidad Distrital Francisco José de Caldas (2018). Aulas Hospitalarias. Recuperado de: <https://www.udistrital.edu.co/aulas-hospitalarias-distritales>. (Consultado el 12 de noviembre de 2018).

Violant, V., & Lizasoan, O. (2015). Bases de La Pedagogía Hospitalaria Aplicada a las Etapas Vitales. Málaga: Ediciones ALJIBE.

3.1.5. Estrategia de aprendizaje por descubrimiento para abordar los conceptos de masa y peso

BrayanAndrey Cuy Abril⁶¹, Diego Alejandro Bernal Bernal⁶², Ana Milena García Pulido⁶³, Diana Yicela Pineda Caro⁶⁴

Palabras clave: Masa, Peso, Aprendizaje por descubrimiento, Conceptos estructurantes, enseñanza de la química.

Para la enseñanza de la química es recomendable que se lleve a cabo mediante la experimentación. Por tal motivo, se considera, que, a través de la misma, se forje una relación entre la práctica y la teoría; contribuyendo en gran medida a desarrollar en el estudiante la comprensión de la naturaleza de las ciencias y fortalecimiento de sus habilidades en procesos de investigación (Chamizo 2013). En consecuencia, a lo anterior, se busca que el estudiante por sí genere un nuevo conocimiento, teniendo como base las nociones previas que concibe o sus hipótesis y el trabajo experimental, que pueda contribuir al aprendizaje de los conceptos masa y peso, teniendo en cuenta la teoría planteada por el psicólogo Jerome Seymour Bruner sobre el aprendizaje por descubrimiento.

Cano (2017) señala que existen pocas e ineficientes estrategias didácticas para la enseñanza de los conceptos de masa y peso; por ello, se cree

⁶¹ Estudiante Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. Correo electrónico: brayan.cuy@uptc.edu.co

⁶² Estudiante Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. Correo electrónico:

⁶³ Estudiante Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. Correo electrónico: ana.garcía@uptc.edu.co

⁶⁴ Licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. Correo electrónico: diana.pineda01@uptc.edu.co

necesario diseñar e implementar una estrategia didáctica la cual contribuya en la comprensión y no mecanización de dichos conceptos, permitiendo a los estudiantes relacionarlos en su vida cotidiana de una manera adecuada. Carvajal (2008) señala que los estudiantes emplean erróneamente el significado de los conceptos en mención; por ello, es necesario cuestionarse sobre la enseñanza de conceptos estructurantes en química y la dinamización de los procesos de enseñanza aprendizaje en esta área del conocimiento.

Se tiene como principal objetivo analizar la implementación de una secuencia de actividades didácticas por descubrimiento para abordar los conceptos de masa y peso, buscando, en primera instancia, diagnosticar las nociones sobre los conceptos en los estudiantes, posteriormente diseñar una secuencia de actividades por descubrimiento que enfatice los conceptos en estudio y, por último, evaluarla contribución de la secuencia de actividades en el aprendizaje de estos conceptos.

El desarrollo de la secuencia de actividades por descubrimiento, parte de un paradigma Sociocrítico, el cual, según Pantoja (2015), facilita el autorreflexión en el proceso de enseñanza. Además, para ello se dará un enfoque cualitativo que se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados (Sampieri, Collado y Baptista, 2010). El método que se empleará será de investigación-acción, teniendo en cuenta que busca la mejora de prácticas educativas.

Tomando como referencia lo anterior se plantean las siguientes fases

metodologías, con las que se pretende dar respuesta a los objetivos:

Fase 1. Diagnóstico: En esta fase se estudiarán las nociones que poseen los estudiantes sobre los conceptos masa y peso, para ello, se realizará un cuestionario que contiene cinco preguntas estrechamente relacionadas con los conceptos mencionados anteriormente; dicho cuestionario fue adaptado de Rio (2017). A continuación, en la tabla 1, se encuentra una matriz de coherencia para las preguntas de la prueba diagnóstica.

Teniendo en cuenta que ésta investigación se encuentra en desarrollo, es importante aclarar que la prueba fue aplicada a 23 estudiantes de la asignatura Química general, del programa Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, quienes, en clases anteriores a la sesión de prueba, abordaron los conceptos en mención [haciendo referencia al II semestre académico del año 2018]. La misma prueba será aplicada a estudiantes de la misma asignatura durante el I semestre académico del año 2019, previo a estudiar dichos conceptos.

Pregunta	Objetivo
Pregunta 1. Encierre la respuesta que crea correcta según el enunciado. 1. Los siguientes cubos tienen distinto volumen, pero poseen la misma masa. Si se construyen figuras con los mismos materiales, pero de igual volumen, ¿cuál figura crees que presenta mayor masa?  5 Kg Espuma  5 Kg Plástico  5 Kg Madera  5 Kg Acero a. Patito de plástico b. Patito de madera c. Patito de acero d. Patito de espuma 	Identificar la percepción de los estudiantes sobre el concepto de masa y su relación con el concepto de volumenquímico.
Pregunta 2 1. En clase de ciencias naturales, Mario midió el peso de varios objetos y una de las medidas que él registró es la que aparece en la pantalla de la balanza. ¿Cuál es la unidad de medida que debe aparecer al lado de la cantidad? Justifique su respuesta. a. cm³ b. °C c. kg d. ml e. Ninguna de las anteriores 	Diagnosticar los conceptos de masa y peso en los estudiantes.
Pregunta 3. Responda las preguntas 3 y 4 de acuerdo al enunciado 3. La gravedad es la fuerza con la que cuerpos celestes como la Tierra y la Luna atraen los objetos hacia el suelo. Se sabe que la gravedad en la Tierra es diferente a la de la Luna debido a la diferencia de sus masas. Al dejar caer dos balones idénticos y desde una misma altura, uno en la Tierra y el otro en la Luna. Se puede predecir que: a. Caerá más rápido en la Luna porque su gravedad es mayor que la de la Tierra. b. Caerá más rápido en la Tierra porque su gravedad es mayor que la de la Luna. c. Caerán con la misma velocidad porque los balones son idénticos y la altura es la misma. d. Caerá más rápido en la Luna porque su gravedad es menor que la de la Tierra.	Comprender la relación del concepto de peso y el de fuerza gravitacional.
Pregunta4. 4. Con respecto al envu se presentara algun	Reconocer la apropiación de los conceptos de masa y peso en el análisis de situaciones cotidianas.
Pregunta5. 5. Desde su concepción como define masa y peso	Identificar el grado de comprensión
Tabla 1. Matriz de coherencia prueba diagnóstica.	de los conceptos en estudio.

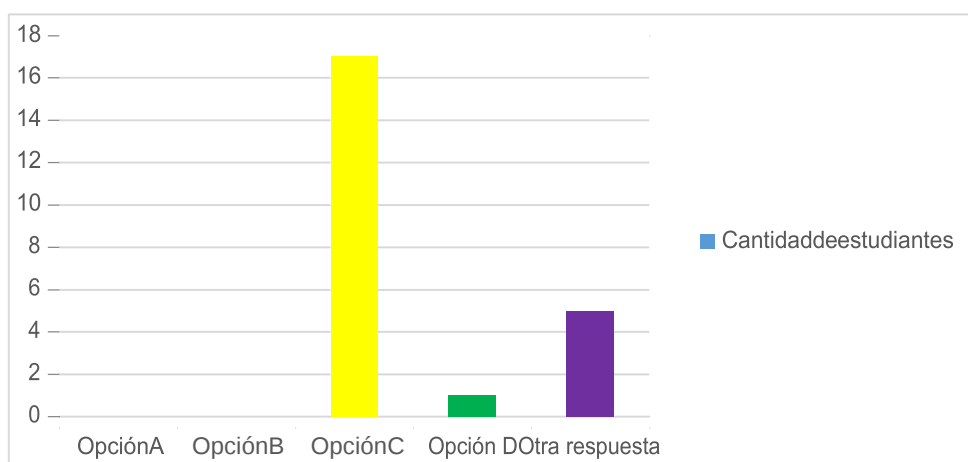
Figure 3.1-1 Cuestionario adaptado de Rio(2017).

Fase II: se pretende Diseñar e Implementar una secuencia de actividades didácticas basada en el aprendizaje por descubrimiento, que permita en los estudiantes la comprensión de los conceptos. Estas actividades se realizarán teniendo en cuenta las falencias o fortalezas identificadas en las pruebas diagnóstico respondidas por los participantes de ésta investigación.

Fase III: se Evaluará los aportes de la secuencia didáctica, midiendo la eficacia de la misma, en relación con los conocimientos y habilidades adquiridas por parte de los estudiantes en los que se implementó la estrategia de aprendizaje por descubrimiento.

A continuación, se presentan los resultados de la prueba diagnóstica, aplicada a 23 estudiantes de Química General de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

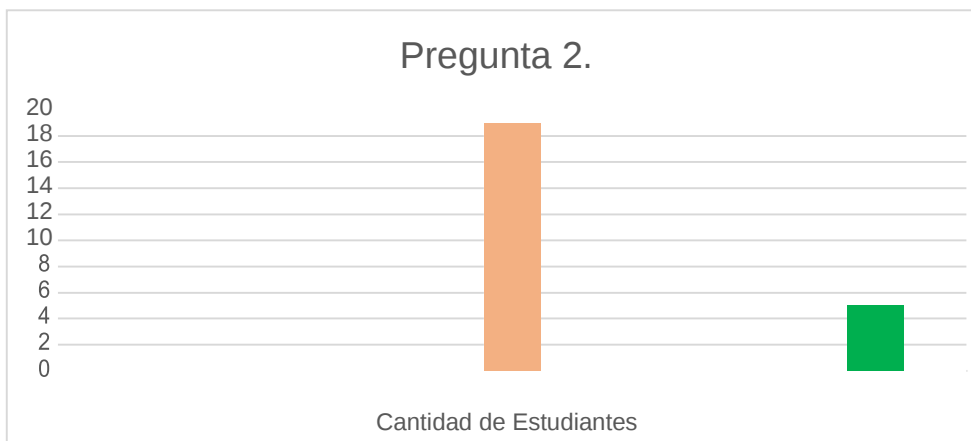
Pregunta 1 Fuente Propia



La respuesta correcta a la pregunta 1, era la opción C. Los resultados obtenidos indicaron que 17 de ellos contestaron acertadamente y 6

estudiantes lo hicieron incorrectamente, uno de ellos marco la opción D y los demás infirieron en sus respuestas que: “el volumen no determinara la masa”. En éste último caso se evidencia la dificultad para relacionar el volumen y la masa, como propiedades de la materia.

Pregunta 2. Para esta pregunta se buscaba que el estudiante interpretara la diferencia entre masa y peso, y que este último no puede ser medido en una balanza; los resultados se presentan a continuación.

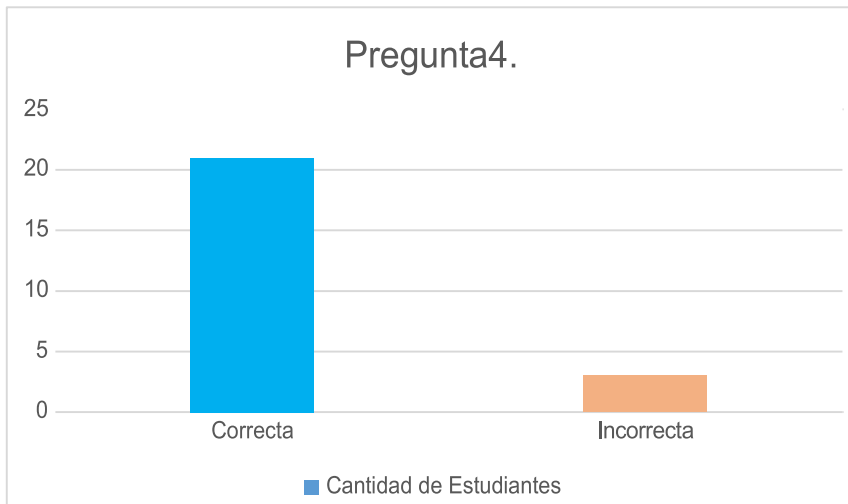
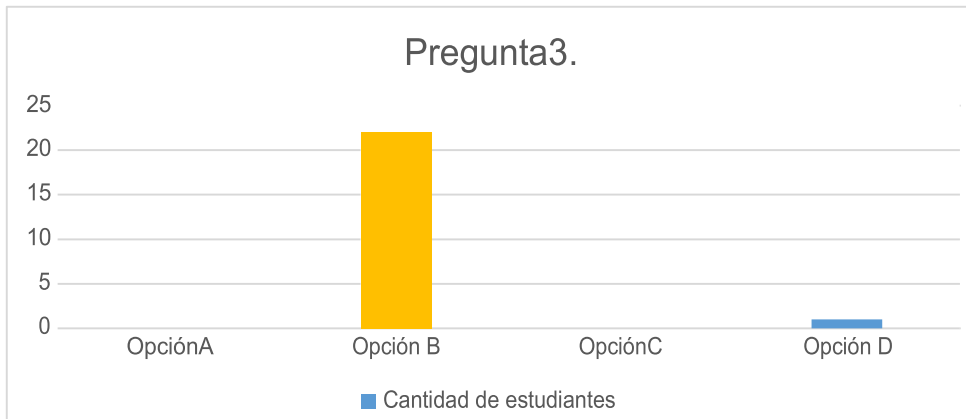


La respuesta a la pregunta 2 es la opción E. En los resultados obtenidos se encontró que solo 5 de ellos contestaron acertadamente con respuestas como “Porque no sería el peso sino la masa, porque es la cantidad de materia contenida en los objetos” aunque algunos manifestaron que “Debido a que el peso se puede presentar en N depende de la fuerza gravitacional que ejerce la tierra sobre un cuerpo”, y 19 de ellos contestaron incorrectamente dando como respuestas “Al ser una balanza solo mide peso” y otras como “ No puede hablarse de cm³ o mL, no se están midiendo litros, tampoco se mide temperatura, por lo tanto, tampoco puede ser °C. Al hablar de peso o volúmenes se habla de kilogramos”. Lo que

permite inferir que en su mayoría los estudiantes no diferencian los conceptos masa y peso.

Pregunta 3. El objetivo al que se quería llegar con esta pregunta era conocer el dominio conceptual que el estudiante poseía en el concepto del peso, al tener que aplicarlo a una situación cotidiana. La opción B era la correcta para esta pregunta, en su mayoría los estudiantes respondieron correctamente y uno de ellos marco la opción D, la cual era incorrecta. A continuación, en la gráfica 3, se evidencian los resultados para la pregunta 3 de la prueba diagnóstica.

Pregunta 4. La finalidad de la pregunta era que el estudiante mostrara su percepción de los conceptos desde la situación planteada en el enunciado de la pregunta número 3. En este caso 21 de los 23 estudiantes contestaron correctamente, con respuestas tales como “La masa no varía, en cambio el peso si debido a que depende de la gravedad” y dos de ellos contestaron incorrectamente con respuestas como “Si cambia, en la luna los objetos poseen menos masa debido a la gravedad de la luna, el peso cambiario. En la gráfica número 4 se relacionan los resultados obtenidos en la pregunta 4 de la prueba diagnóstica.



Pregunta 5. Para esta pregunta se planteó como objetivo identificar el grado de comprensión que tienen los estudiantes sobre los conceptos masa y peso. Se encontró que por unanimidad los estudiantes definen masa como: “La cantidad de materia que posee un cuerpo” y peso como “La fuerza con la que atrae la tierra un cuerpo”, aunque esta última definición varió en los estudiantes, pero se encontró estrechamente relacionada; aunque dos de ellos respondieron que masa es “El espacio que ocupa un cuerpo en el universo”.

Teniendo en cuenta los resultados parciales obtenidos en ésta investigación, se puede considerar que los estudiantes conocen teóricamente sobre los conceptos masa y peso; sin embargo, al relacionarlos con situaciones hipotéticas de la vida cotidiana, los estudiantes presentan dificultades en diferenciar dichos conceptos, debido, posiblemente a que éstos conceptos se encuentran mecanizados y aritmetizados, según lo menciona Cano (2017), además, se cree que “las ciencias particularmente de la química refleja las marcas de la educación tradicional, en las clases teóricas, monótonas y desconectados de la realidad lo que conduce a aprendizajes memorísticos” (Fuentes, 2014, p. 17); dichos aprendizajes memorísticos fueron los causantes de que la pregunta número 5 del cuestionario estuviera correcta, pero en el caso de la pregunta número 2 la mayoría interpretar la situación que se presentaba y por ende esto condujo a una respuesta incorrecta de la mayoría de estudiantes.

En concordancia con García (2000) “la implementación de una estrategia didáctica posibilita a los estudiantes al desarrollo de las capacidades creativas, la independencia cognoscitiva, las actividades positivas hacia las ciencias y las habilidades para resolver problemas” (p. 118). De esta manera, se espera que la secuencia de actividades por descubrimiento permita que los estudiantes diferencien e implementen en diferentes situaciones los conceptos masa y peso.

Referencias

Cano, S (2017) Diseño de unidad didáctica para la enseñanza de los conceptos de masa, volumen y temperatura a través de la teoría de la formación de etapas de las acciones mentales, Universidad Nacional, Manizales, Colombia.

Carvajal, C. (2008) Una Propuesta Didáctica Para La Enseñanza De Las Magnitudes Masa y Peso En La Educación Básica, Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia

Chamizo. J (2013) La Enseñanza Experimental de la Química Las experiencias de la Unam. Universidad Nacional Autónoma De México, [Trabajo de Postgrado], México D.F, México.

Fuentes, D. (2014). Implementación de herramientas TIC como una estrategia para el aprendizaje significativo de la química. [Trabajo de postgrado]. Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia.

García, J. (2000). La solución de situaciones problemáticas una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. Enseñanza de la Química, 18(1), 133-129.

Pantoja (2015) Manual básico para la elaboración de Tesis, Tesinas, y Trabajos de Investigación, EOS

Sampieri, R., Collado, C. y Baptista, M. (2010) Metodología de la investigación. México, D.F: McGraw-Hill.

3.2. Línea Investigación experimental: Física, Biología y Química.

3.2.1. Regeneración in vitro de brotes y enraizamiento ex vitro de una *Passiflora* promisorio *Passifloramaliformis* L (cholupa) a través de segmentos nodales

Giovanni Orlando Cancino Escalante PhD⁶⁵, Susan Cancino MBA⁶⁶

Palabras clave: *Passifloras*, in vitro, micropropagación

Colombia registra ciento sesenta y siete especies inventariadas de la familia *Passifloraceae*, en el cual el país con mayor diversidad, tanto en formas silvestres como cultivadas (Lobo y Medina, 2009). La producción de *Passifloras* en el país se ha tecnificado notablemente en los últimos años debido, especialmente, a la creciente demanda nacional e internacional de frutas tropicales. Sin embargo, solo pocas *passifloras* como el maracuyá, la gulupa y la granadilla han sido aprovechadas para responder a la demanda de los mercados, pero con volúmenes que todavía no alcanzan valores representativos para el sector agrícola colombiano. Entre las que más se destaca es la *Passifloramaliformis* (cholupa), objeto de estudio de la presente investigación, la cual es una especie prometedora por sus exquisitos frutos y apreciada por su aroma, sabor, valor nutritivo, así como, su potencial agroindustrial. Los usos de la Cholupa son variados, desde su principal presentación en los mercados regionales en diferentes zonas del país como fruta fresca, hasta en bebidas como jugo simple o concentrado,

⁶⁵ Profesor Titular Departamento de Biología, Universidad de Pamplona. Grupo Biotecnología Vegetal. E-mail:gcancino@unipamplona.edu.co

⁶⁶ Investigadora del Grupo Biotecnología Vegetal E-mail:susancancino@hotmail.com

pulpa liofilizada, elaboración de postres y helado. Su fuerte aroma y su alto contenido en vitamina C y minerales, le permite ser utilizada como complemento de productos multi-vitamínicos y en la generación de nuevos sabores en la industria de jugos y bebidas. Cabe resaltar que las hojas contienen un compuesto con principios farmacéuticos de uso local y cuando se preparan en infusión sirven para aliviar la gastritis, eliminar la bilis, anti-vomitivo, como también, para acelerar la dilatación en el trabajo de parto.

Por otra parte, la producción de esta especie para el año 2012 fue alrededor de 1.112 toneladas y actualmente existe una demanda potencial local de 2.672 toneladas para el mercado en fresco local (Ocampo et al., 2015). Esta especie presenta problemas de producción comercial a gran escala y está poco estudiada a nivel biotecnológico. Adicionalmente, la propagación de cholupa es llevada a cabo por semillas, pero esto es un poco limitante ya que la viabilidad de éstas es baja, y en condiciones de campo donde hay escasez de nutrientes, luz y agua, las plantas que se obtienen no son tan vigorosas y, por consiguiente, son fácilmente atacadas por insectos. Ante estas dificultades las técnicas de cultivo in vitro, se presentan como una herramienta de alternativa para la propagación de especies con dificultades en su multiplicación. Entre las técnicas que se encuentran en esta área y que permiten la obtención de plántulas con genotipos seleccionados está la multiplicación in vitro a partir de segmentos nodales. En este contexto, se desarrollaron métodos en la presente investigación para la clonación y la producción de plantas de *P. maliformis* L en los cuales se utilizaron segmentos nodales de brotes como explantes. Los explantes

se esterilizaron superficialmente con NaClO₂ al 1,5% (p / v). Se logró la inducción de brotes múltiples ($8,13 \pm 0,24$ brotes por explante) mediante la proliferación de meristemas de segmentos nodales en medio semisólido Murashige y Skoog (MS) + 2.0 mg l⁻¹ 6-benzylamino (BAP). Los brotes de *P. maliformis* se multiplicaron (18.40 ± 0.38 brotes por explante) en medio MS + 0,6 mg l⁻¹ de BAP y Kinetin (Kin). Los brotes generados in vitro se enraizaron en medio MS que contenía 2,0 mg l⁻¹ de ácido butírico indol-3 (IBA). Alrededor del 89% de los brotes se enraizaron ex vitro ($8,33 \pm 0,32$ raíces por brote) cuando los extremos cortados de los brotes se trataron con 2,8 mg l⁻¹ de IBA durante 8 min. Las plantas con raíces se endurecieron y se aclimataron en el invernadero y se trasplantaron con éxito (90%). Este estudio permitió concluir que la propagación in vitro de *P. maliformis* ha demostrado ser factible para la producción comercial de plantas de élite de la especie. Igualmente, la investigación mostró que el sistema de regeneración basado en organogénesis empleando el regulador de crecimiento 6-benciladenina es rápido y eficiente, tal como se ha observado en diversas especies de *Passifloras*, porque directa e indirecta la morfogénesis es un proceso frecuente para estas plantas.

Bibliografía

1. Lobo, M. y Medina, C. (2009). Recursos genéticos de pasifloráceas en Colombia. En: Miranda, D., G. Fischer, C. Carranza, S. Magnitskiy, F. Casierra-Posada, W. Piedrahíta y L.E. Flórez (eds.). Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

2. Ocampo, J.A., Rodríguez, A., Puentes, A., Molano, Z. y Parra, M. (2015). El cultivo de la Cholupa (*Passifloramaliformis* L.): Una alternativa para la fruticultura colombiana. Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia – Cepass. Neiva (Huila), Colombia. 52 páginas.

3.2.2. Evaluación del acceso a recursos genéticos por grupos de investigación colombianos en la plataforma GrupLac de Colciencias

Cancino Escalante G.O.⁶⁷, Chaparro Giraldo A.⁶⁸

Palabras clave: Acceso recursos genéticos, Políticas públicas, Biodiversidad.

Colombia participa actualmente con el 14% de la biodiversidad del planeta siendo uno de los activos más importantes del país. Además, ocupa el primer lugar en diversidad de especies de aves y el segundo en plantas, de ahí la importancia de controlar el acceso a las especies nativas (Andrade, 2011). Por lo tanto, el objetivo del estudio fue analizar el estado actual de la investigación científica y el acceso a los recursos genéticos por parte de los grupos de investigación colombianos a través de la revisión de sus proyectos de investigación descritos en la base de datos nacional de Colciencias GrupLAC para el período 2013-2018. En Colombia el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) tiene entre sus objetivos promover las políticas públicas para fomentar la Ciencia, Tecnología e Innovación (CT+I) y desde 1990 es la entidad gubernamental encargada de dirigir operativamente el Sistema Nacional de Investigación (ScienTI). Es así que implementó una plataforma

⁶⁷ Profesor Titular Departamento de Biología, Universidad de Pamplona. Grupo Biotecnología Vegetal. gcancino@unipamplona.edu.co.

⁶⁸ Profesor Asociado. Departamento de Biología Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Grupo Ingeniería Genética de Plantas. achaparrog@unal.edu.co

digital, el cual registra, organiza y evalúa a las instituciones, grupos y personas que participan en actividades de investigación, en el ámbito público, privado, académico y del sector productivo. Una de las aplicaciones de registro de la información de los grupos de investigación es el GrupLACel cual permite generar conocimiento sobre las capacidades, debilidades y potencialidades de los grupos de investigación en Colombia. En este sentido, mediante la revisión de la información registrada en el GrupLac es posible analizar el acceso a recursos genéticos en el país actualmente, por parte de los grupos de investigación. En este aspecto es importante resaltar que en el periodo 2008-2013 la comunidad académica manifestó dificultades en la legislación sobre el acceso, señalando que era esencial lograr un régimen de acceso unificado en lo concerniente a recursos biológicos y genéticos que fuese facilitador del proceso y que no constituyera una barrera para el desarrollo investigativo del país, sino que estimulara el avance científico dentro del marco legal del país (Gómez y Nemogá, 2007; Chávez, 2008). Igualmente, Fernández (2011) comenta que el estado colombiano mediante sus respectivas agencias (ministerios y corporaciones) establecieron una serie de reglas, resoluciones y disposiciones legales que desalentaban tanto a investigadores, nacionales como extranjeros, para estudiar la biodiversidad en Colombia. Por consiguiente, en virtud de las dificultades señaladas por los investigadores y los lineamientos ineficaces con respecto al acceso a recursos genéticos el ministerio del medio ambiente a partir del año 2013 realizó cambios en el marco normativo a través del Decreto 1375. El objetivo de dicha reglamentación fue “agilizar la obligación de registro de las colecciones

biológicas, promover el uso de la información asociada a las mismas y simplificar el cumplimiento de las obligaciones de las personas que las administran, así como, su funcionamiento” (Decreto 1375 Minambiente, 2013). En consecuencia, esta investigación tuvo como objetivo revisar la información relacionada en la base de datos nacional GrupLac de Colciencias del periodo 2013-2018, lo cual permite una aproximación al estado actual del acceso a los recursos genéticos por parte de los grupos de investigación, luego del ajuste al marco normativo del 2013 (Decreto 1375) y 2014 (Resolución 1348 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) para el periodo 2013-2018. Para el desarrollo metodológico los grupos de investigación se clasificaron en seis áreas según el programa nacional de ciencia y tecnología (Biotecnología, Ciencias Básicas, Ciencias del Mar, Salud, Ciencias Agrícolas y Biodiversidad y Hábitat); y los proyectos de investigación se dividieron en cinco categorías según las modificaciones aprobadas en 2013 y las precisiones establecidas en 2014 a la legislación colombiana sobre acceso a recursos genéticos. Los resultados muestran que, del total de 2168 proyectos revisados, 198 (9,1%) emplearon especies nativas en sus investigaciones divididas en las siguientes categorías: sistemática molecular (38,3%), ecología molecular (18,1%), biogeografía (2,7%), y otros (40,9%). El estudio también determinó que los últimos desarrollos legislativos en Colombia, que diferencian y simplifican el procedimiento para realizar investigaciones sobre recursos genéticos con fines no comerciales, han tenido un impacto positivo en este tipo de investigación. Igualmente, permitió concluir que el sistema de información de grupos de investigación (GrupLac) soportado por Colciencias ha sido

una herramienta útil que permite generar conocimiento sobre las capacidades, debilidades y potencialidades de los grupos y para la evaluación de los actores que integran el Sistema Nacional de Ciencia tecnología e innovación en Colombia. Sin embargo, los investigadores no actualizan constantemente la información y además no es diligenciada en su totalidad. Esta situación ha sido recurrente a través de los años.

Bibliografía

1. Andrade, M.G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. Revista Academia Colombiana de Ciencias 35(137):491-507.
2. Chávez, J. (2008). Propuesta para la aplicación eficaz de la Decisión Andina 391 de 1996, y normas nacionales relacionadas con el acceso a los recursos genéticos para Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.
3. Fernandez, F. (2011). The greatest impediment to the study of biodiversity in Colombia. Revista Caldasia, 33(2): iii-v.
4. Gómez, D y Nemogá, G. (2007). Ilegalidad de la investigación genética en Colombia. Pensamiento Jurídico, (18):265-284.
5. Ministerio Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013.) Decreto 1375 Por el cual se reglamenta las colecciones biológicas.
Disponibile en
[http://www.humboldt.org.co/images/pdf/Colecciones%20Biol%C3%B3gicas%20DECRETO%201375%20DEL%2027%20DE%20JUNIO%20DE%202013%20\(2\).pdf](http://www.humboldt.org.co/images/pdf/Colecciones%20Biol%C3%B3gicas%20DECRETO%201375%20DEL%2027%20DE%20JUNIO%20DE%202013%20(2).pdf).

3.2.3. Síntesis de materiales por el método de reacción de estado sólido ventajas y desventajas

J.S.Castro⁶⁹.S.Segura Peña⁷⁰.

Palabras claves: Reacción de estado sólido, Síntesis de materiales, Súperconductores.

Este trabajo presenta la importancia del método de reacción de estado sólido como uno de los métodos más eficientes para sintetizar cerámicos de alta calidad, se describe las ventajas y desventajas de este último método. Se realiza una descripción elemental del método, el proceso de obtención de las muestras y las diferentes aplicaciones.

Método Cerámico o de altas temperaturas involucra la reacción de los componentes sólidos que reaccionan a elevadas temperaturas durante periodos largos, procedimiento muy general para la preparación de materiales cerámicos, la mayoría de las reacciones en estado sólido no son como las moleculares en las que un átomo o grupo de átomos ha de ser insertado o reemplazado y en las que los productos han de ser purificados o recristalizados, la síntesis por reacción de estado sólido ocurre entre dos o más sustancias sólidas, las cuales se mezclan sin la necesidad de utilizar algunos solutos que lleven a disolver los compuestos, por lo tanto su segundo nombre es de reacción seca.

⁶⁹ Estudiante Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás, Tunja- Boyacá

⁷⁰ Docente Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás, Tunja- Boyacá

Lo anteriormente expuesto se hace con diferentes técnicas con el fin de obtener la muestra solida que se requiere o se necesita, pero se debe tener claro que a temperatura ambiente es muy difícil lograr el objetivo, ya que estos procesos son muy demorados, lentos y necesitan de amplios procedimientos, porque sus procesos termodinámicos son más exigentes que en cualquier otro método ya que involucra toda la malla cristalina y las partes referentes a purificación y recristalización, es por esto que se debe preparar los reactantes de manera que se genere un aumento más rápido del contacto, una mejoría total en la difusión entre las moléculas.

Por lo tanto, estas se deben generar en la superficie donde se conectan o se genera el contacto entre sí, ya que en su composición química provoca que cada una de sus estructuras internas sean más fuertes y de difíciles combinación con otras, cuando la reacción se completa, la sustancia formada ha de ser separada y purificada de restos de disolvente, por lo tanto se necesitan de varios métodos especializados para poder lograr acordemente esa reacción de estado sólido, dentro de ellas se encuentran:

- El pulverizado y horneado, es un procedimiento que se conoce como ámbito cerámico, utilizando sólidos termoestables, el proceso es muy sencillo y concreto, pues estos se van a pulverizar de una manera muy exacta y minuciosa para lograr aumentar su contacto entre sí, además se someten a altas temperaturas provocando la interdifusión y la reacción por medio del proceso de horneado.

- El fundido es un proceso donde se funden los compuestos sólidos, así como lo dice su nombre, al fundirlos va a generarse una reacción en estado líquido, pero al enfriarse se logrará tenerlos de forma sólida, completando el proceso que se ha propuesto.
- Otro de ellos es el Liofilizado, donde los reactantes se disuelven y luego se somete a la liofilización donde por medio del movimiento de hielos se permitirá o se logrará eliminar el disolvente y obtener un precipitado, logrando que estos estén muy bien mezclados por la relación entre ellos, y además con una gran superficie de contacto entre sí.
- Seguidamente se encuentran las diferentes reacciones de gas, acá es importante y elemental conocer que algunos sólidos fuertes o complejos reaccionan de manera fuerte y enérgica con sustancias como son el gas, otros como el cloro, seguidos del yodo, también con el oxígeno, además del monóxido de carbono o el monóxido del etileno. Se puede tomar como ejemplo del sodio metálico ya que este sólido genera una reacción con el gas cloro para finalmente alcanzar la formación del cloruro sódico.
- Finalmente se conoce la síntesis flux, el cual es un proceso que genera la mezcla de reactantes sólidos, incorporando algún tipo de sal, la cual también es sólida, pero tiene características muy pertinentes ya que esta a altas temperaturas se funde y se convierte en la reacción como el solvente elemental en el proceso.

Al realizar todo el análisis de las reacciones considerando las diferentes metodologías empleadas para lograr el objetivo, es necesario conocer si este proceso va a llegar a generar beneficios o daños en cada uno de los escenarios donde se utilicen, pues se tienen que comparar de una manera crítica para así lograr buenos resultados de una manera óptima y precisa.

En primer lugar se encuentran las cosas positivas, cuando se generan las diferentes reacciones en estas sólidos, se evidencia que ellas son mucho más eficientes, rápidas, eficaces, logrando el mayor rendimiento químico, además al generar la eliminación del disolvente se va a lograr una gran ventaja en el ambiente, ya que generalmente en procesos de disolución lo que se utiliza son compuestos totalmente orgánicos, provocando un aumento elevado de la contaminación, teniendo una difícil disminución de este proceso, ya se emplean grandes cantidades de estos, totalmente diferente en este método porque en estas reacciones de estado sólido no hay disolvente y por consiguiente no hay productos de desecho o si hay son mínimos respecto a lo que pueden ocasionar, además estas se pueden resumir en que la purificación de los compuestos serán más fáciles.

Finalmente, las desventajas se centran en cosas netamente químicas, pues es muy complicado lograr la difusión completa de los iones por las cargas diferentes de cada uno, además puede existir una ruptura sencilla de los diferentes enlaces generados por los dos compuestos sólidos, además puede verse afectado por la disminución de la migración de los iones a largas distancias, seguido de la contra que se hacen las moléculas en las

fases iniciales.

Es por esto que se quiere indicar otro método más eficaz para realizar diferentes procesos en ingeniería, encontrando formas sencillas como es el estado sólido, pudiendo disminuir los efectos en contra tanto para los escenarios donde se realizan, como para los trabajadores y obviamente para el ambiente, a pesar de que hoy en día no sé conoce mucho de esto, ni existen estudios muy fuertes que demuestren los beneficios, es elemental investigar, indagar y fomentar otras técnicas que aporten al desarrollo y a la evolución.

BIBLIOGRAFÍA

Santos, L. (2004). Rev. Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia. MÉTODO DE SÍNTESIS DE NUEVOS MATERIALES BASADOS EN METALES DE TRANSICIÓN. 32: 51-61. Recuperado de:

[<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43003205>]

Curioseando. (2008). Ciencia, 1, 2,3. ¿QUÉ ES UNA REACCIÓN EN ESTADO SÓLIDO?

Recuperado de: [<https://curiosoando.com/que-es-una-reaccion-en-estado-solido>]
NARCISO, Francisco. Síntesis de materiales cerámicos (SiC, Si₃N₄, SiAlON). Tesis doctoral de la Universidad de Alicante. Departamento de Química Inorgánica de la Facultad de ciencias. 1992. 189p.

Narciso, F. (1992). Síntesis de materiales cerámicos estructurales (tesis doctoral). Universidad de Alicante. Alicante, España.

3.2.4. Cuantificación de ácidos grasos libres (AGL) en quesos comerciales mediante el método de jabones de cobre.

Usgame Fagua K.G⁷¹, Garcia Torres A.M⁷².

Palabras clave: Ácidos grasos libres; queso; método de jabones de cobre.

El queso es el producto fresco o maduro, sólido o semisólido, obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche, por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, con o sin hidrólisis previa de la lactosa. Tras un proceso de desuerado se obtiene el queso, el cual contiene básicamente la caseína y grasa presente en la leche original (Romero, 2004). A nivel mundial, los derivados lácteos han sido reconocidos principalmente por sus propiedades nutricionales, siendo la principal fuente de calcio de la dieta en muchos países; dichos productos se consideran como la mejor fuente dietética por el contenido y la biodisponibilidad del calcio que contienen, el cual presenta una absorbabilidad “garantizada” y poco sensible a factores externos, puesto que no contiene compuestos capaces de inhibir la absorción intestinal de calcio; así mismo, proporciona contenidos significativos de otros nutrientes como proteínas, grasas saturadas, minerales, vitaminas liposolubles, y diversos componentes con actividad fisiológica; por su parte el queso contiene en forma concentrada muchos de los nutrientes propios

⁷¹ Estudiante de Química, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de Investigación en Química y Tecnología de Alimentos-GIQT, Tunja, karen.usgame@uptc.edu.co

⁷² Doctora en Química, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de Investigación en Química y Tecnología de Alimentos-GIQT, Tunja, angela.garciaortorres@uptc.edu.co

de la leche (Farré,2015); tales propiedades han influido notablemente en el aumento de la demanda de derivados lácteosa nivel mundial, generándose un importante incremento en cuanto a su consumo. En Colombia, los volúmenes de comercialización tanto de queso campesino como en doble crema, han aumentado desde el año 2007, principalmente en quesos tipo campesino y doble crema (Palacios,2014).

Sin embargo, la calidad del producto comercializado es un aspecto que interviene directamente en el nivel de aceptación por parte de los consumidores, afectando no solamente la inocuidad del alimento, sino las propiedades sensoriales del mismo. Durante el proceso de fabricación, es posible la generación de defectos en cuanto al sabor que inciden notablemente en la calidad del producto. Entre los principales defectos de los quesos se encuentran: 1.) generación de gusto a jabón: debido a la hidrólisis excesiva de los ácidos grasos y su posterior reacción con sales alcalinas del queso; y 2). gusto a rancio: provocado por la oxidación de los ácidos grasos. Dichos defectos pueden atribuirse a la contaminación de la leche con bacterias psicrotróficas que producen lipasas termorresistentes y enrancian la grasa del queso. Es bien sabido, que la grasa de la leche empleada como materia prima contiene altas concentraciones de ácidos grasos de cadena corta que contribuyen directamente en el gusto y el aroma de los quesos; dichas moléculas actúan como precursores de otros compuestos más pequeños, como aldehídos, cetonas y metil cetonas que son responsables del gusto y del aroma del producto, de tal forma que el contenido de AGL en productos lácteos se relaciona directamente con su

calidad(Romero,2004).

El presente trabajopretende cuantificar el contenido de ácidos grasos libres (AGL) presentes en muestras de dos tipos de quesos comerciales: campesino y doble crema, empleando el método de jabones de cobre; proporcionando un indicador del grado de hidrolisis y oxidación de los quesos, y permitiendo evaluar la calidad del producto comercializado.

El método empleado para la cuantificación de AGL es conocido como método de jabones de cobre, inicialmente propuesto por Shipe (1980) para la determinación en muestras de leche y sometido a algunas modificaciones como la de Bynum (1984) para la cuantificación en quesos), empleando una cantidad de muestra muy pequeña de 0.5 g, y que asu vez otorga un índice relativo del grado de rancidez hidrolítica presente en la muestra analizada. En dicho método, el reactivo de cobre: una mezcla de trietanolamina y $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ acuoso 1 M diluido con una solución saturada de NaCl y pH 8.3, reacciona con los ácidos grasos libres de la muestra para dar lugar a la formación de jabones de cobre, los cuales son extraídos empleando como disolvente: cloroformo heptano-metanol (CHM) en proporción volumétrica 49: 49: 2. Los jabones de cobre extraídos se hacen reaccionar con un reactivo de color: dietil ditiocarbamato de sodio al 5% en n-butanol, dando como resultado un complejo de cobre cuantificable espectrofotométricamente a una longitud de onda de 440 nm. Finalmente, la concentración de ácidos grasos libres se determina en base a una curva de calibración de ácido palmítico (Bynum,1984). Los análisis realizados en otros quesos como el queso Cheddar, han mostrado que existe una correlación entre el desarrollo de sabores rancios y los grandes

aumentos en el contenido de ácidos grasos libres totales en una muestra de queso, generando un impacto más significativo en el sabor (Bynum, 1984).

La figura 1 muestra la extracción de AGL por el método de jabones de cobre:

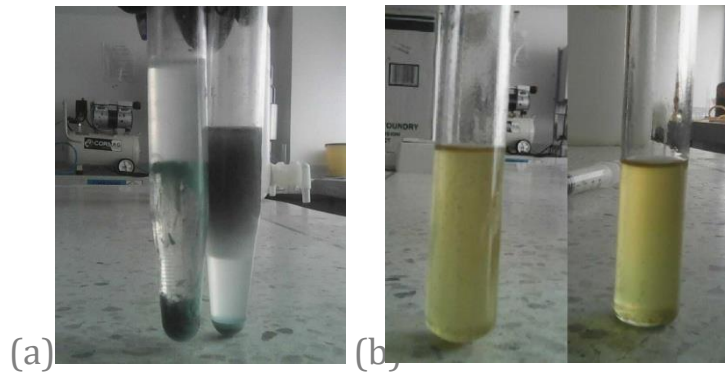


Figure 3.2-1 a.) Extracción de jabones de cobre de los AGL. b.) Formación de complejo de cobre. Queso campesino a la derecha y queso doble crema a la izquierda.

Visualmente se observa claramente una mayor y sencilla separación de los AGL en el queso campesino, así como una menor intensidad de color en el complejo de cobre formado. A partir de los resultados preliminares obtenidos de este trabajo, se ha observado que existe una mayor concentración de AGL en queso doble crema que en el queso campesino. Sin embargo, se espera continuar con el proceso de cuantificación a fin de asegurar con mayor fiabilidad la cantidad de AGL de cada una de las muestras. Mediante el desarrollo de este trabajo se espera determinar si el método de jabones de cobre, es el adecuado para la determinación de AGL en quesos de la región de Boyacá y analizar algunos de los aspectos relacionados con: 1.) composición: contenidos de grasa y la acidez del

producto. 2.) proceso de fabricación: el grado de prensado y desuerado y 3.) Condiciones de almacenamiento y tiempo de comercialización, que podrían influir en la oxidación e hidrólisis en los quesos, y en general en sus propiedades.

Agradecimientos: las autoras agradecen a la Dirección de Investigaciones, DIN-UPTC, por el financiamiento del presente trabajo a través del proyecto: “Innovación Tecnológica en Queso Paipa y su Efecto en el Contenido de Ácido Linoleico Como Alimento Funcional, SGI 2396”.

Bibliografía

- Bynum, D., Senyk G., y Barbano D. Determination of Free Fatty Acid Content of Cheddar Cheese by a Copper Soap Method. *Journal of Dairy Science*, 67, 1521-1524. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(84)81470-8.
- Farré, R. La leche y los productos lácteos: fuentes dietéticas de calcio. (2015). *Nutrición Hospitalaria*. 31, 1-9. DOI: 10.3305/nh.2015.31.sup2.8676
- Palacios, I. (2014). Análisis de la demanda de lácteos en Colombia (2007-2013).
- Romero, R. y Mestres, J. (2004). *Productos lácteos. Tecnología*. EdicionsUPC.
- Shipe, W. Senyk, G. y Fountain, K. (1980). Modified Copper Soap Solvent Extraction Method for Measuring Free Fatty Acids in Milk. *Journal of Dairy Science*, 63(2), 193-198. DOI:10.3168/jds. S0022-0302(80)82913-4

3.2.5. Amplificador de bajo ruido para la obtención de señales fotoacústicas

Cristian Rojas⁷³, Adriana Gutiérrez⁷⁴

Palabras clave: Amplificador, detección de fase, fotoacústica

Uno de los métodos no destructivos de caracterización de materiales es la técnica fotoacústica, la cual es una técnica que estudia la interacción de la radiación con la materia a través de un fenómeno conocido como “efecto fotoacústico” (Bell, 1880). Para observar este efecto se confina un gas dentro de una cámara o celda con la muestra como una de sus paredes. La muestra se ilumina con luz de intensidad modulada y transfiere calor a manera de pulsos al gas, generando fluctuaciones de presión en éste, que son registradas mediante un micrófono, estas fluctuaciones de presión son detectadas mediante señales de voltaje.

Mediante la técnica fotoacústica pueden obtenerse simultáneamente dos señales: amplitud y fase, y ajustando estas señales es posible obtener propiedades térmicas de la muestra bajo estudio (El-Brolosy & Ibrahim, 2010; Guimarães et al., 2015). La señal de la amplitud en general es muy baja de tal manera que puede confundirse con señales de ruido, para evitar este inconveniente a menudo se usan amplificadores operacionales, que a su vez aumentan la señal de ruido.

⁷³ Estudiante Ingeniería en Mecatrónica, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia, u1802563@unimilitar.edu.co

⁷⁴ Doctora en Ciencias Físicas, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia, adriana.gutierrezr@unimilitar.edu.co

Una de las técnicas más efectivas para la detección de señales es la denominada Detección de Señal de Fase, en la cual se basa el funcionamiento de los amplificadores lock-in que detectan y miden señales muy pequeñas de corriente alterna. La técnica de Detección de Señal de Fase separa la componente de la señal a una frecuencia y fase de referencia específicas, mientras que las señales de ruido que tengan frecuencias diferentes a la de referencia son rechazadas y por lo tanto no afectarán la medición.

En la figura 1 se muestra un esquema del funcionamiento de un amplificador lock-in. La señal V_i es una señal de entrada senoidal de frecuencia f_0 . La señal se amplifica mediante un amplificador de ganancia A . Mediante un circuito se genera una señal oscilante con amplitud V_{ref} a la misma frecuencia f_0 . Las dos señales se multiplican y se expresa el resultado como una serie de armónicos. La señal resultante se envía a un filtro pasa-bajos que elimina las componentes AC y permite extraer la componente DC del voltaje la cual contiene la información deseada a estudiar.

Los amplificadores lock-in han sido ampliamente usados para detección de señales en diversas técnicas de caracterización, tales como detección de señales ópticas (Lu, Pittet, Sou, Carrillo & Mourabit, 2003), detección de bajas concentraciones de gas (Xu, Meynants, & Merken, 2009; De Marcelliset.al, 2007), medición de propiedades térmicas de materiales nanoestructurados, tal como la espectroscopia fotoacústica (Gutierrezet.al, 2010; Todosijevic, Soskic, & Galovic, 2016); sin embargo, los amplificadores

usados en este tipo de técnica son costosos, de gran tamaño lo que no los hace funcionales para equipos portátiles, su consumo de potencia es alto ya que va del orden de mW hasta los cientos de mW (Lu, Pittet, Sou, Carrillo & Mourabit, 2003; DeMarcellis et al., 2007); adicionalmente, en la técnica fotoacústica son sub-utilizados ya que sólo se usa la parte amplificadora de la señal de voltaje.

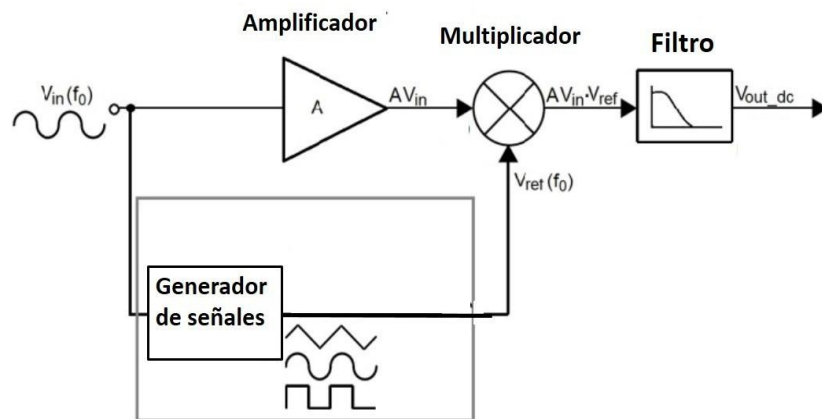


Figure 3.2-2 Diagrama esquemático del funcionamiento de un amplificador lock-in (Adaptado de Maya- Hernández, Sanz-Pascual, Díaz-Sánchez & Calvo (2014))

En este trabajo se presenta el desarrollo de un amplificador de voltaje de bajo costo y dimensiones pequeñas para uso portátil, el cual incluye la creación de un generador de señales y un filtro pasabajas de bajo consumo de potencia, tomando como base el desarrollado por Maya et al. (Maya-Hernández, Sanz-Pascual, Díaz-Sánchez & Calvo, 2014). El amplificador creado fue implementado a una celda fotoacústica mediante la cual se obtuvieron imágenes térmicas de la superficie de muestras sólidas.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones, Universidad Militar Nueva Granada (UMNG) mediante los proyectos PIC-

CIAS 2700 y PIC-CIAS 2745. Los autores expresan su agradecimiento al Laboratorio NanoFab del Departamento de Física de la UMNG, semillero THERMOELECTRONICS, Prof. Adriana Gutiérrez Rodríguez, Ph. D.

Bibliografía

Bell, A. G. (1880). On the production and reproduction of sound by light. American Journal of Science, S3-20(118), 305-324. doi:10.2475/ajs. s3-20.118.305

El-Brolosy, T., & Ibrahim, S. (2010). Photoacoustic measurement of thermal properties of polystyrene metal oxide composites. Thermochimica Acta, 509(1-2), 46-49. Doi: 10.1016/j.tca.2010.05.020

Guimarães, A. O., Souza, C. G., Silva, E. C., Soffner, M. E., Mansanares, A. M., Ribeiro,

H. J., Vargas, H. (2015). Thermal Diffusivity of Sandstone Using Photoacoustics. International Journal of Thermophysics, 36(5-6), 1093- 1098. doi:10.1007/s10765-014-1812-0

Gutiérrez, A., Giraldo, J., Velázquez-Hernández, R., Mendoza-López, M. L., Espinosa-Arbeláez, D. G., Real, A. D., & Rodríguez-García, M. E. (2010).

Electrochemical differential photoacoustic cell to study in situ the growing process of porous materials. Review of Scientific Instruments, 81(1), 013901. doi:10.1063/1.3271238

Lu, G., Pittet, P., Sou, G., Carrillo, G., & Mourabit, A. E. (2003). Analog Integrated Circuits and Signal Processing, 37(1), 57-66. doi:10.1023/a:1024828902878

Marcellis, A. D., Ferri, G., Patrizi, M., Stornelli, V., Damico, A., Natale, C. D., . .

- . Paolesse, R. (2007). An integrated analog lock-in amplifier for low-voltage low-frequency sensor interface. 2007 2nd International Workshop on Advances in Sensors and Interface. doi:10.1109/iwasi.2007.4420033
- Maya-Hernández P.M., Sanz-Pascual M.T., Díaz-Sánchez A, Calvo B., Diseño integrado de un Amplificador Lock-in compacto de bajo consumo para aplicaciones portátiles, Superficies y Vacío 27.2 (2014):66-73.
- Todosijevic, S. Z., Soskic, Z. N., & Galovic, S. P. (2016). A combination of frequency photoacoustic and photoacoustic spectroscopy techniques for measurement of optical and thermal properties of macromolecular nanostructures. Optical and Quantum Electronics, 48(5). doi:10.1007/s11082-016-0571-5
- Xu, J., Meynants, G., & Merken, P. (2009). Low-power lock-in amplifier for complex impedance measurement. 2009 3rd International Workshop on Advances in Sensors and Interfaces. doi:10.1109/iwasi.2009.5184779

3.2.6. Plataforma móvil para obtención de imágenes fotoacústicas

Juan Pérez⁷⁵, Adriana Gutiérrez⁷⁶

Palabras clave: Fotoacústica, imágenes térmicas, difusividad térmica

El continuo desarrollo de materiales con propiedades de transporte térmico y eléctrico deseables requiere de métodos experimentales para la determinación de sus propiedades termoelectrónicas. Durante las dos últimas décadas la espectroscopía fotoacústica se ha consolidado como una herramienta útil en el estudio de las propiedades ópticas, electrónicas y térmicas de materiales, y en el ensayo no destructivo de sólidos opacos.

Las técnicas fototérmicas se basan en la generación de una onda térmica en una muestra por el calentamiento periódico de la superficie de la muestra debido a la incidencia de un rayo láser modulado y la consiguiente detección de la señal fototérmica (Gutiérrez et.al, 2010; Gutiérrez, Giraldo & Rodríguez-García, 2011; Terazima, 2004).

Una de las técnicas fototérmicas existentes es la espectroscopia fotoacústica. Ésta es una técnica que estudia la interacción de la radiación con la materia a través de un fenómeno conocido como “efecto fotoacústico” (Bell, 1880). Para observar este efecto se confina un gas dentro de una cámara o celda con la muestra como una de sus paredes. La

⁷⁵ Estudiante Ingeniería en Mecatrónica, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia, u1802649@unimilitar.edu.co

⁷⁶ Doctora en Ciencias Físicas, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia, adriana.gutierrezr@unimilitar.edu.co

muestra se ilumina con luz de intensidad modulada y transfiere calor a manera de pulsos al gas, generando fluctuaciones de presión (Δp) en éste, que son registradas mediante un micrófono (ver figura1).

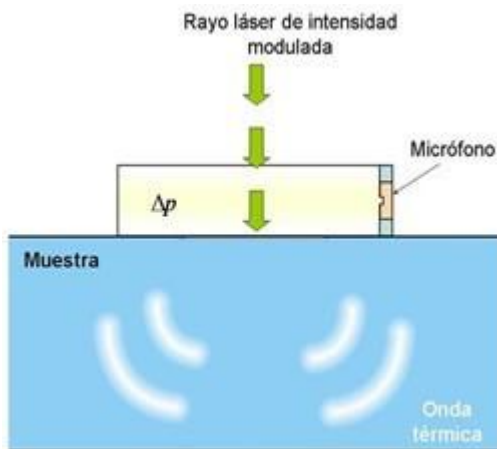


Figure 3.2-3 Esquema de la configuración usada para la detección de ondas térmicas en un material mediante el efecto fotoacústico (Adaptado de Mandelis (2000)). La espectroscopia fotoacústica ha sido ampliamente utilizada en física y en otras disciplinas tales como biología (Pinchasov-Grinblat, Mauzerall, Goffredo, Falini, & Dubinsky, 2013), medicina (Dumas, Marciano, Oliveira, Barja, & Acosta-Avalos, 2007) e ingeniería (Hanyecz, 2010).

La técnica fotoacústica permite estudiar tanto propiedades ópticas como térmicas del material, así como su dependencia con el espesor de la muestra por medio de variaciones en la frecuencia de modulación de la fuente luminosa (Bell, 1880). Esta caracterización se realiza en pequeñas áreas de la muestra, para analizar la homogeneidad del material bajo estudio se hace necesario efectuar esta medición en diferentes puntos de la superficie; Berer et.al (Berer, Hochreiner, Zamiri & Burgholzer, 2010)

han reportado imágenes fotoacústicas de materiales sólidos a partir de la amplitud de la señal fotoacústica, no obstante, la señal fotoacústica consta de dos componentes que deben medirse de manera simultánea: amplitud y fase.

Al ser la espectroscopía fotoacústica un método no destructivo y de no contacto, permite estudiar las propiedades ópticas y térmicas locales en áreas muy pequeñas, así pues, para obtener una mejor caracterización de materiales se debe realizar un estudio en la muestra en diferentes puntos de ésta. En este trabajo se desarrolló una plataforma móvil que fue implementada a una celda fotoacústica para registrar la señal fotoacústica de muestras sólidas sobre diferentes puntos de la superficie de la muestra con el fin de obtener imágenes termoelectrónicas superficiales para estudiar la homogeneidad de éstas. Mediante las imágenes termoelectrónicas fotoacústicas se puede percibir el estado termoelectrónico de la superficie de una muestra que se quiera estudiar, lo cual es importante en el control de la fabricación de dispositivos.

Dicha plataforma móvil tiene como objetivo desplazar el láser libremente sobre la muestra, de forma que esta pueda recibir la radiación en diferentes puntos, mientras que también se obtienen los datos de la muestra correspondientes a dicho punto. La plataforma posee tres grados de libertad, de forma que la muestra se pueda desplazar en un plano XY, mientrasque el tercer grado de libertad fue agregado para configurar la altura del laser Z; esto se logró por medio de una estructura tipo CNC en la cual motores y ejes de potencia mueven una plataforma en el eje X y otro

set de motores y ejes de potencia mueven una parte ortogonal de la plataforma en los ejes Y y Z, todo esto supervisado por un microcontrolador, asegurando que los motores otorguen el desplazamiento necesario de manera precisa y confiable.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones, Universidad Militar Nueva Granada (UMNG) mediante los proyectos PIC-CIAS 2699 y PIC-CIAS 2744. Los autores expresan su agradecimiento al Laboratorio NanoFab del Departamento de Física de la UMNG, semillero THERMOELECTRONICS, Prof. Adriana Gutiérrez Rodríguez, Ph. D.

Bibliografía

- Bell, A. G. (1880). On the production and reproduction of sound by light. American Journal of Science, S3-20(118), 305-324. doi:10.2475/ajs. s3-20.118.305
- Berer, T., Hochreiner, A., Zamiri, S., & Burgholzer, P. (2010). Remote photoacoustic imaging on solid material using a two-wave mixing interferometer. Optics Letters, 35(24), 4151. Doi:10.1364/ol.35.004151
- Dumas, F., Marciano, F., Oliveira, L., Barja, P., & Acosta-Avalos, D. (2007). Photoacoustic monitoring of the absorption of isotonic saline solution by human mucus. Medical Engineering & Physics, 29(9), 980-983. doi: 10.1016/j.medengphy.2006.10.013
- Gutiérrez, A., Giraldo, J., Velázquez-Hernández, R., Mendoza-López, M. L., Espinosa- Arbeláez, D. G., Real, A. D., & Rodríguez-García, M. E. (2010).

Electrochemical differential photoacoustic cell to study in situ the growing process of porous materials. *Review of Scientific Instruments*, 81(1), 013901. doi:10.1063/1.3271238

Gutiérrez, A., Giraldo, J., & Rodríguez-García, M.E. (2011). Técnica fotoacústica aplicada a la determinación de propiedades térmicas de muestras de silicio poroso. *Revista Mexicana de Física*, 57(2), 99-105.

Hanyecz, V., Mohácsi, Á, Pogány, A., Varga, A., Bozóki, Z., Kovács, I., & Szabó, G. (2010). Multi-component photoacoustic gas analyzer for industrial applications. *Vibrational Spectroscopy*, 52(1), 63-68. doi: 10.1016/j.vibspec.2009.10.004

Mandelis, A. (2000). Diffusion Waves and their Uses. *Physics Today*, 53(8), 29-34. doi:10.1063/1.1310118

Pinchasov-Grinblat, Y., Mauzerall, D., Goffredo, S., Falini, G., & Dubinsky, Z. (2013). Photoacoustics: A novel application to the determination of photosynthetic efficiency in zooxanthellate hermatypes. *Limnology and Oceanography: Methods*, 11(7), 374-381. doi:10.4319/lom.2013.11.374

Terazima, M., Hirota, N., Braslavsky, S. E., Mandelis, A., Bialkowski, S. E., Diebold, G. J.,

... Tam, A. (2004). Quantities, terminology, and symbols in photothermal and related spectroscopies (IUPAC Recommendations 2004). *Pure and Applied Chemistry*, 76(6), 1083-1118. doi:10.1351/pac200476061083

3.2.7. Viscosidad de la solución polimérica, fluoruro de polivinilideno (pvdf) y politetrafluoroetileno (ptfe) en solventes orgánicos

Luz Amanda Montes⁷⁷, Walter Camilo Zipa⁷⁸

Palabras clave: PTFE, Viscosidad, electrospinning

El propósito de este estudio es analizar la viscosidad de la solución polimérica, Polivinilideno (PVDF) y el Politetrafluoroetileno (PTFE) disueltos en solventes orgánicos, a través del análisis de las siguientes gráficas: viscosidad (cP) vs concentración (%) y por cada muestra realizada, fuerza de cizalla (Dyne/cm²) vs velocidad de corte (1/s) la cual dará cuenta del tipo de fluido y finalmente viscosidad (cP) vs tasa de corte (1/s) en el caso de que el fluido sea newtoniano, con el propósito de aportar un análisis preliminar a la fabricación de membranas de polímero a nivel micro-escala con la técnica de electrospinning.

⁷⁷ Físico, Universidad Santo Tomás, Tunja, luz.montes@usantoto.edu.co.

⁷⁸ Estudiante, Universidad Santo Tomás, Ingeniería Ambiental, Tunja, walter.zipa@usantoto.edu.co.

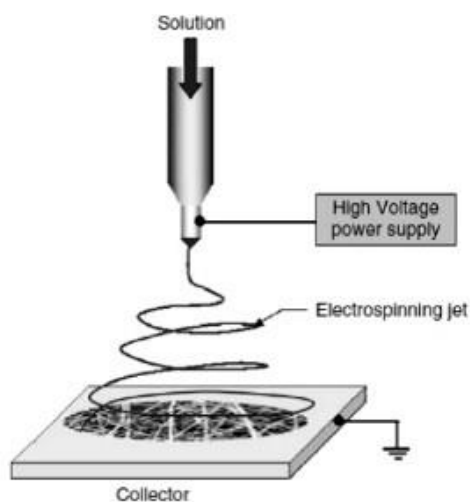


Figure 3.2-4 Técnica de Electrospinning
Recuperado de (Ramakrishna, 2006)

Para la elaboración de membranas poliméricas a nivel micro-escala se realizan estudios preliminares de viscosidad ya que a través de estos se pueden analizar desde el peso y la distribución molecular hasta estudios de tratamientos, térmicos, mecánicos y químicos. Las soluciones poliméricas usados en este estudio son el Fluoruro de Polivinidelo (PVDF) y el Politetrafluoroetileno (PTFE) disueltos en solventes orgánicos como lo son el Dimetilacetamida (DMAC) y Acetona. El PVDF y el PTFE que se caracterizan por ser hidrofóbicos, valido para aplicaciones ambientales.

Electrospinning es una técnica para fabricar membranas poliméricas a partir de una disolución viscosa, que hace uso del efecto del campo electrostático que se genera en el equipo de electrospinning sobre la solución, al modificar parámetros de voltaje, distancia aguja-colector y flujo, Figura 1.

Dentro de los resultados esperados se pretende que los valores de viscosidad cambien de acuerdo a la concentración, pero entre más cercanos sean estos valores a pesar del cambio en la velocidad, la respuesta

para la fabricación de fibras por la técnica de electrospinning será más favorable.

En general, la metodología para la obtención de la viscosidad, es la planteada en la figura 2.

Para la disolución de las soluciones poliméricas de PVDF y PTFE se tiene en cuenta varias concentraciones del polímero PTFE (%) y se mantiene estable la concentración de PVDF (15%) disueltos en N, N-Dimetilacetamida (DMAC) y acetona, como se presenta en la tabla 1.

Polímeros		Proporción Solventes Orgánicos	
<i>PVDF</i>	<i>PTFE</i>	<i>DMA C</i>	<i>ACETON A</i>
15%	3%	1	1
15%	6%	1	1
15%	12%	1	1

Table 13 Diseño Experimental

Para la obtención de la viscosidad del Fluoruro del PVDF y el PTFE se usa el viscosímetro Brookfield DV2TLVTJ0 (Figura 3). La viscosidad se calcula a partir del Torque medido y la velocidad de rotación.

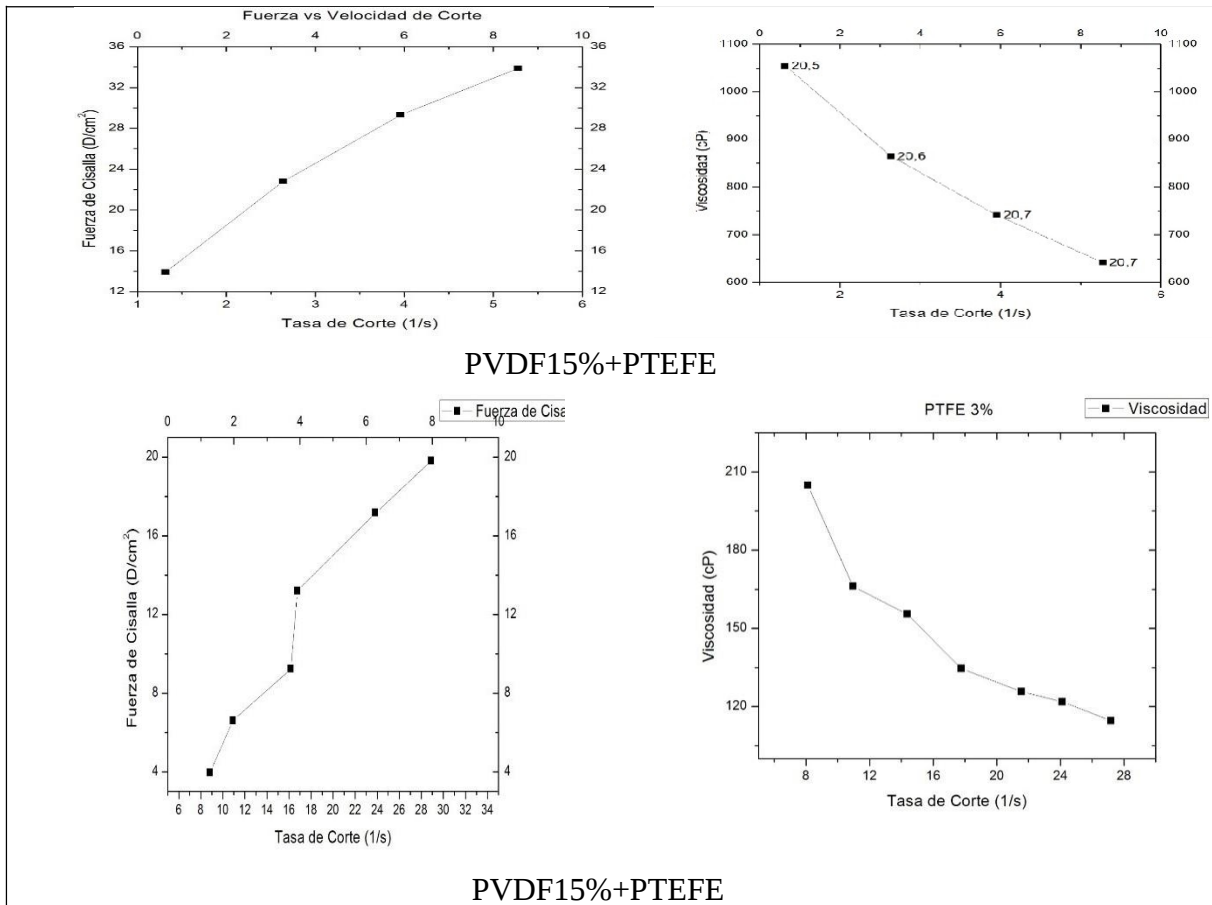


Figure 3.2-5 Viscosímetro Brookfield DV2TLVTJ0 (Laboratorio Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás, Tunja)

Los valores obtenidos del Viscosímetro BrookfieldDV2TLVTJ0 de unas de las muestras se aprecian en la tabla 2.

Tabla 2.PVDF 15%, PTFE 12% Visco sidad	Torque	Velocidad	Fuerza de cizalla	Rango de corte	T°
cP	%	RPM	dyne/c m ²	1/s	°C
1054	35.1	1.0	13.92	1.320	20,5
864,3	57,6	2	22,82	2,640	20,6
740,7	74,1	3	29,33	3,960	20,7
641,7	85,6	4	33,88	5,28	20,7

Los valores de la tabla 2 graficados en la figura 4 indican que los fluidos poliméricos son de tipo no newtoniano, asimismo pseudoplásticos y diltantes respectivamente



Relación Viscosidad vs Tasa de corte para dos muestras con concentraciones de PTFE 12% y 3% respectivamente

En la figura 5 se evidencia que a mayor concentración del polímero PTFE mayor es la viscosidad dinámica, esto implica que las fibras electrohiadas tendrán un mayor grosor.

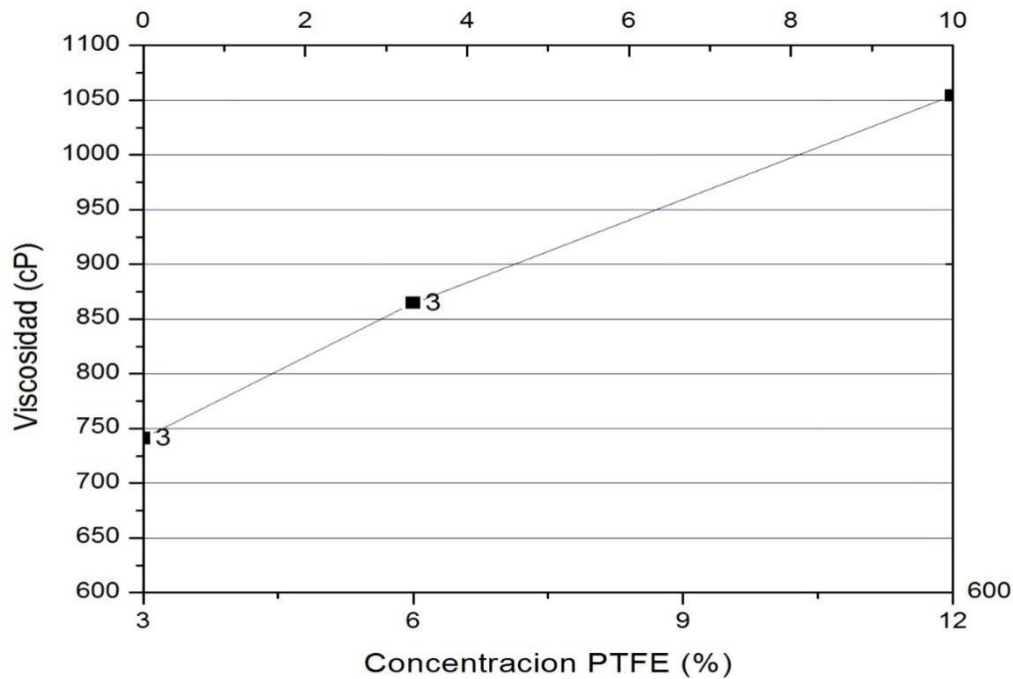


Figure 3.2-6 Relación Viscosidad y concentración del PTFE

Bibliografía

A., J. L. ((2007).). Análisis de los procesos para desalinización de agua de mar aplicando la inteligencia competitiva y tecnológica. Revista Académica de la FI-UADY, 11 (3), 5-14.

Ahmed, F. E. ((2015)). A review on electrospinning for membrane fabrication: Challenges and applications. Desalination, 15-30.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2014.09.033>

Ali, S. M. ((2016)). Adsorption assisted double stage cooling and desalination employing silica gel + water and AQSOA-Z02 + water systems. Energy Conversion and Management, 117,, 193-205.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2016.03.0>

Darrell, H. R. ((1996)). Nanometre diameter fibres of polymer, produced by electrospinning. *Nanotechnology*, 7(3), 216.

Ding, Q. M.-E. ((2013)). Morphology and Photocatalytic Property of Hierarchical Polyimide/ZnO Fibers Prepared via a Direct Ion-exchange Process. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 5(12), 5617-5622. doi: doi: 10.1021/am4009488

Dong, Z. K. (2011). Electrospinning materials for energy-related applications and devices.

Journal of Power Sources, 4886-4904.

doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpowsour.2011.01.090>

Dong, Z.-Q. M.-h.-L.-T.-b. ((2014)). Superhydrophobic PVDF-PTFE electrospun nanofibrous membranes for desalination by vacuum membrane distillation. . *Desalination*, 347, 175-183.doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2014.05.0>

3.2.8. Estudio comparativo sobre la eficiencia de remoción de mercurio en aguas residuales usando membranas de celulosa bacteriana y su análogo carboxilado

Daniela Suárez Avendaño⁷⁹, Estefanía Martínez Correa, Margarita Castro Riascos⁸⁰, Robin Zuluaga Gallego, Beatriz Gómez Hoyos, Cristina Castro Herazo.

Palabras clave: *Komagataeibacter medellinensis*, Celulosa bacteriana (CB), 1-oxil 2,2,6,6- tetrametilpiperidina (TEMPO), remoción de mercurio, oxidación.

En esta investigación se realiza un estudio comparativo sobre la eficiencia de remoción de mercurio de membranas de Celulosa Bacteriana (CB) obtenidas a partir de la fermentación con el microorganismo *Komagataeibacter medellinensis*, en contraste con su análogo carboxilado obtenido mediante la modificación in situ de membranas de CB vía oxidación con 1-oxil 2,2,6,6-tetrametilpiperidina (TEMPO). Para ello, se evalúa la eficiencia en la remoción de mercurio de las membranas modificadas y no modificadas en una solución de nitrato de mercurio ($\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$) a una concentración de 3,8 mg/L.

La cinética de remoción de mercurio mostró que las membranas

⁷⁹ Escuela de Ingenierías, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín. daniela.suarez@upb.edu.co

⁸⁰ Complejo Tecnológico Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño, Servicio Nacional de Aprendizaje, Santafé de Antioquia.

modificadas presentan una mejor remoción de mercurio en contraste a las no modificadas.

El crecimiento poblacional, así como la industrialización y la explotación minera han tenido gran impacto en el crecimiento de los problemas ambientales en los ecosistemas terrestres y acuáticos. Aguas residuales contaminadas con metales pesados son descargadas directa o indirectamente en el medio ambiente cada día, lo que representa un problema de gran magnitud debido a la persistencia de estos contaminantes en la naturaleza (Fu and Wang 2011; Hokkanen 2014; Yu et al. 2013)

En Colombia, hay evidencia de la contaminación ambiental en fuentes hídricas y en el aire por mercurio, así como también se ha reportado su contenido en aves y humanos en zonas de alta influencia de minería informal, tales como Bajo Cauca y el Norte del departamento de Antioquia (Olivero-Verbel et al. 2006; Olivero, Mendonza, and Mestre 1995; Verbel and Restrepo 2008).

En los últimos años, se ha priorizado la implementación de metodologías para controlar los niveles de mercurio en el medio ambiente ya que es un hecho confirmado que este metal puede generar varios efectos adversos en la salud humana y ambiental (Wang et al. 2004), (Wei et al. 2014). Desde el campo de la biotecnología, se han propuesto alternativas para la remoción de metales pesados en aguas que incluyen el uso de biomembranas, que, debido a su alta selectividad y a su bajo costo energético, han suscitado un

interés general creciente. Estos procesos que involucran adsorción y nanofiltración consisten principalmente en la utilización de membranas de estructura nanométrica, selectivas al metal que se quiere remover (Islam et al. 2017; Jin et al. 2017; Lu et al. 2014).

Se ha evaluado la eficiencia de remoción de metales pesados en la celulosa de origen vegetal, encontrándose que esta presenta una baja capacidad de adsorción, así como una estabilidad física variable. Por tanto, se ha propuesto subsanar estos inconvenientes, realizando modificaciones químicas sobre esta para lograr una durabilidad estructural adecuada, así como una adsorción de metales más eficiente (Hokkanen 2014).

A diferencia de la celulosa vegetal, la CB se obtiene con mayor pureza y cristalinidad (Ross, Mayer, and Benziman 1991), ya que es libre de lignina y hemicelulosa, lo que hace que su aislamiento y purificación sea más simple, sin necesidad de procesos energéticos o químicos intensivos (Keshk 2014). Además, la CB puede producirse tanto en cultivos estáticos como dinámicos, lo que permite obtener el material en diferentes estructuras tridimensionales. En cultivos estáticos, la bacteria produce una película o membrana de celulosa en la interfaz líquida/aire (Borzani and de Souza 1995), lo que permitiría obtener una estructura más estable para remoción de metales pesados

En la presente investigación, se evalúa la eficiencia de membranas de CB en comparación a su análogo carboxilado, en la remoción de mercurio en

aguas residuales.

PARTE EXPERIMENTAL

Obtención de membranas de celulosa bacteriana

Para la obtención de las membranas de CB se usa un medio de cultivo Hestrin-Shcramm compuesto de una solución acuosa de glucosa al 2% (p/v), peptona al 0,5% (p/v), extracto de levadura al 0,5% (p/v), Na_2HPO_4 al 0,27% (p/v) y 1,15 g/L de ácido cítrico, esterilizado a 120°C durante 20 minutos.

El microorganismo se incuba a 30°C durante seis días para obtener finalmente las membranas, que son retiradas del medio de cultivo y lavadas (Castro et al. 2012).

Oxidación

Para el proceso de oxidación cada membrana es suspendida en agua bajo agitación. Primero, se incorpora TEMPO (1,6 mmol) y NaBr (2 mmol) en agua desionizada bajo agitación. Esta última solución es vertida en la primera suspensión bajo agitación y posteriormente se agrega gota a gota NaOCl (15 mmol). El pH de la solución se mantiene en 10 durante todo el proceso oxidativo, lo que se logra mediante la adición por demanda de NaOH 0,5 M. Un pH estable de 10, indica que la reacción ha finalizado. Para eliminar el

NaOCl residual, se agrega etanol. Finalmente, las membranas modificadas son retiradas de la solución y lavadas con agua (Isogai, Saito, and Fukuzumi 2011).

Se utiliza un espectrofotómetro Perkin Elmer 1200 equipado con un módulo de transmisión para verificar la modificación de las membranas. El espectro se corre entre 4000 y 400 cm^{-1} , usando una resolución de 4 cm^{-1} y 64 scans por muestra.

Determinación del grado de remoción de mercurio de las membranas

Se usa una solución de mercurio a una concentración de 3.8 ppm, preparada a partir de un estándar de $\text{Hg}(\text{NO}_3)$ 1000 ppm cuyo pH ha sido ajustado a 6 usando NaOH 0,5 M. 1000 ppm cuyo pH ha sido ajustado a 6 usando NaOH 0,5 M.

Se someten las membranas modificadas y sin modificar al proceso para evaluar la remoción de mercurio. Para ello, cada membrana se suspende en 200 mL de solución 3,8 ppm durante 24 horas. Se realiza el muestreo en tiempos determinados dentro de este tiempo.

Las muestras fueron evaluadas por análisis directo de mercurio (DMA-80, Thermo Scientific) para determinar la cantidad de mercurio en cada alícuota y así establecer el comportamiento de las membranas frente al proceso de remoción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Oxidación de las membranas de celulosa bacteriana

En la Figura 1 se muestra un esquema simplificado del proceso de oxidación

de los grupos metil-hidroxilo de la CB. En el proceso de oxidación los grupos hidroxilo de los C6 primarios de la CB son convertidos selectivamente a grupos carboxílicos por efecto del sistema catalítico TEMPO/NaBr/NaClO.

El proceso de oxidación es monitoreado mediante el consumo de NaOH, que se agrega constantemente al medio de reacción para mantener el pH en 10. Mientras mayor sea la cantidad de agente oxidante (NaClO en este caso) en el medio de reacción, mayor será el número de grupos carboxílicos formados.

Se verifica la presencia de los grupos carboxílicos producto de la oxidación de las membranas de CB, mediante los espectros infrarrojos de las membranas modificadas y sin modificar (Error: no se encontró el origen de la referencia). Cuando la CB es modificada selectivamente en la posición 6, se observan diferencias en las bandas características de la misma. Los cambios más importantes en el espectro se reflejan en la aparición de una nueva banda correspondiente a la extensión de los nuevos grupos carboxílicos producto de la oxidación, a aproximadamente 1730 cm^{-1} y la disminución de la banda características de los grupos hidroxilo a 1650 cm^{-1} .

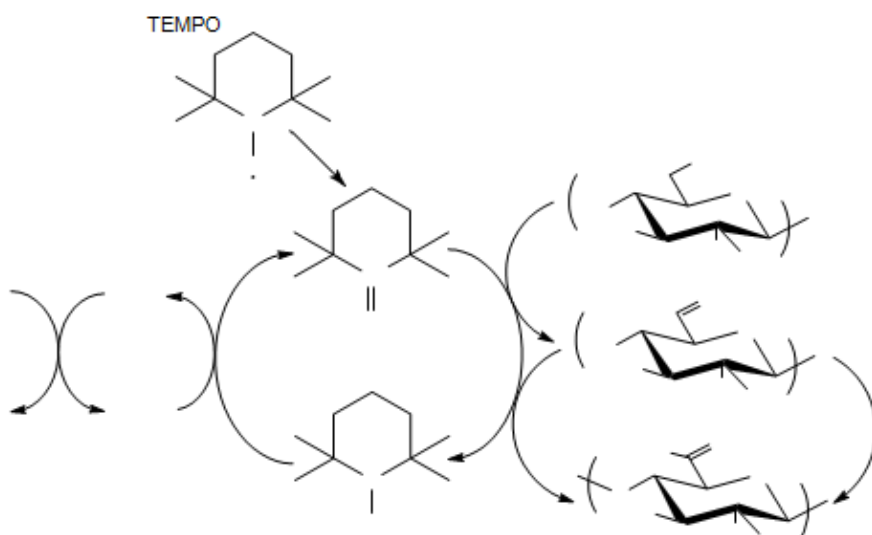


Figure 3.2-7 Esquema de oxidación (basado en da Silva Perez, Montanari, and Vignon 2003).

Se verifica la presencia de los grupos carboxílicos producto de la oxidación de las membranas de CB, mediante los espectros infrarrojos de las membranas modificadas y sin modificar (Error: no se encontró el origen de la referencia). Cuando la CB es modificada selectivamente en la posición 6, se observan diferencias en las bandas características de la misma. Los cambios más importantes en el espectro se reflejan en la aparición de una nueva banda correspondiente a la extensión de los nuevos grupos carboxílicos producto de la oxidación, a aproximadamente 1730 cm^{-1} y la disminución de la banda características de los grupos hidroxilo a 1650 cm^{-1} .

Evaluación de la remoción de mercurio

En la tabla 1, se reporta las concentraciones iniciales y finales, tras someter

las membranas de CB (sin modificar y modificada) al proceso de remoción de mercurio.

Al graficar la concentración de mercurio en cada una de las alícuotas tomadas se obtienen los gráficos de las figuras 3 y 4. Se observa que para la celulosa bacteriana sin modificar se obtiene una menor remoción de mercurio en contraste con su análogo carboxilado, debido a que la presencia de los grupos carboxílicos en la celulosa promueve la interacción de los iones de mercurio con la red, mejorando el proceso de adsorción.

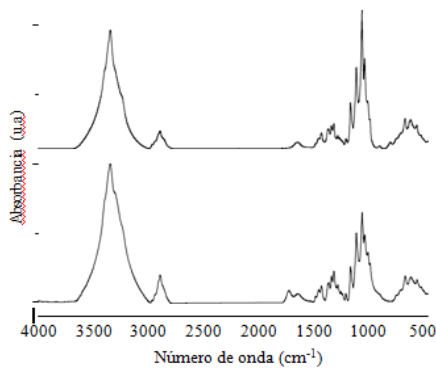


Figure 3.2-8 Espectros infrarrojos CB sin modificar (superior) y modificada (inferior).

Tipo de membrana		
Sin modificar	3.8	3.2
Modificada	3.8	0.7

Figure 3.2-9 Concentraciones de las soluciones de mercurio.

Se encuentra que la remoción de mercurio en la membrana modificada se ajusta con una buena precisión, a un modelo exponencial descrito por la

ecuación 1, dónde x representa el tiempo de contacto transcurrido entre la CB y la solución de mercurio, e y representa la concentración de mercurio a ese tiempo.

$$y=0.986+2.144 e^{-0.007 x} \quad (1)$$

CONCLUSIÓN

Se evidencia mediante espectroscopía infrarroja, la modificación de las membranas de celulosa bacteriana a través de las bandas características de los grupos carboxílicos obtenidos por la oxidación de los alcoholes primarios C6 en la estructura de la misma.

Se encuentra que las membranas modificadas de celulosa bacteriana presentan una remoción de mercurio superior a la de la celulosa bacteriana sin modificar con porcentajes de remoción de 82.7% y 15.6% respectivamente debido al aumento en la afinidad de los iones metálicos con la red decelulosa.

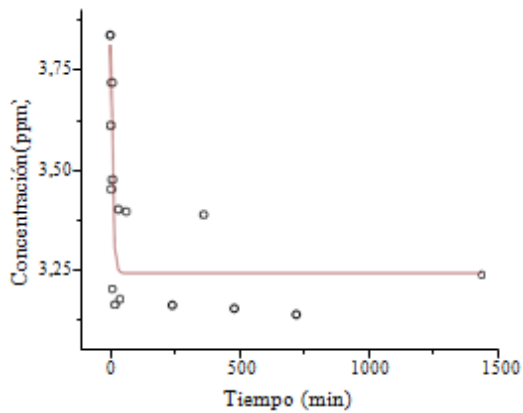


Figure 3.2-10 Grafico para la remoción de mercurio de la membrana sin modificar.

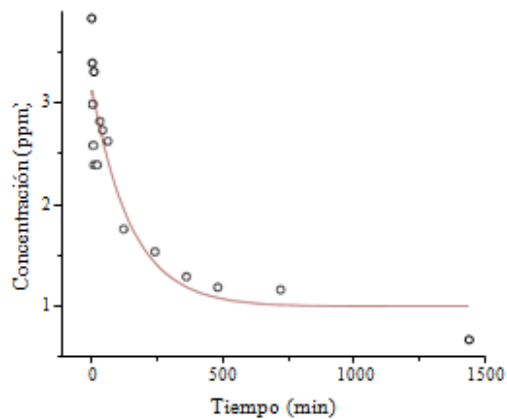


Figure 3.2-11 Grafico para la remoción de mercurio de la membrana modificada.

REFERENCIAS

- Borzani, Walter and Silvio J. de Souza. 1995. "Mechanism of the Film Thickness Increasing during the Bacterial Production of Cellulose on Non-Agitated Liquid Media." *Biotechnology Letters* 17(11):1271-72.
- Castro, Cristina et al. 2012. "Bacterial Cellulose Produced by a New Acid-Resistant Strain of *Gluconacetobacter* Genus." *Carbohydrate Polymers*

89(4):1033–37.

Fu, Fenglian and Qi Wang. 2011. “Removal of Heavy Metal Ions from Wastewaters: A Review.” *Journal of Environmental Management*.

Hokkanen, Sanna. 2014. *Modified Nano- and Microcellulose Based Adsorption*.

Islam, Mazhar Ul, Muhammad Wajid Ullah, Shaukat Khan, Nasrullah Shah, and Joong Kon Park. 2017. “Strategies for Cost-Effective and Enhanced Production of Bacterial Cellulose.” *International Journal of Biological Macromolecules*.

Isogai, Akira, Tsuguyuki Saito, and Hayaka Fukuzumi. 2011. “TEMPO-Oxidized Cellulose Nanofibers.” *Nanoscale* 3(1):71–85.

Jin, Xuchen, Zhouyang Xiang, Qingguo Liu, Yong Chen, and Fachuang Lu. 2017. “Polyethyleneimine-Bacterial Cellulose Bioadsorbent for Effective Removal of Copper and Lead Ions from Aqueous Solution.” *Bioresource Technology*.

Keshk, Sherif Mas. 2014. “Bacterial Cellulose Production and Its Industrial Applications.” *Journal of Bioprocessing & Biotechniques* 4(2):1–10. Retrieved (<http://www.omicsonline.org/open-access/bacterial-cellulose-production-and-its-industrial-applications-2155-9821.1000150.php?aid=22705>).

Lu, Min, Yue-ming Zhang, Xiao-hui Guan, Xiao-hui Xu, and Ting-ting Gaio. 2014. “Thermodynamics and Kinetics of Adsorption for Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions onto Surface Amino-Bacterial Cellulose.” *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*.

Olivero-Verbel, J. et al. 2006. “Air Mercury Levels in a Pharmaceutical and

Chemical Sciences School Building.” Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 76(6):1038–43.

Olivero, J., C. Mendonza, and J. Mestre. 1995. “Mercurio En Cabello de Diferentes Grupos Ocupacionales En Una Zona de Minería Aurífera En El Norte de Colombia.” Revista de Salud Pública 29(5):376–79.

Ross, Peter, Raphael Mayer, and Moshe Benziman. 1991. “Cellulose Biosynthesis and Function in Bacteria.” Microbiological Reviews 55(1):35–58. Retrieved (//a1991fa69500003).

da Silva Perez, Denilson, Suzelei Montanari, and Michel R. Vignon. 2003. “TEMPO- Mediated Oxidation of Cellulose III.” Biomacromolecules 4(5):1417–25.

Verbel, Jesús Olivero and Boris Jhonson Restrepo. 2008. El Lado Gris de La Minería de Oro: La Contaminación Con Mercurio En El Norte de Colombia.

Wang, Qianrui, Daekeun Kim, Dionysios D. Dionysiou, George A. Sorial, and Dennis Timberlake. 2004. “Sources and Remediation for Mercury Contamination in Aquatic Systems - A Literature Review.” Environmental Pollution 131(2):323–36.

Wei, Qingshan et al. 2014. “Terms of Use Detection and Spatial Mapping of Mercury Contamination in Water Samples Using a Smart-Phone.” ACS Nano 8(2):1121–29.

Yu, Xiaolin et al. 2013. “Adsorption of Heavy Metal Ions from Aqueous Solution by Carboxylated Cellulose Nanocrystals.” Journal of Environmental Sciences.

3.2.9. Estudio métodos para la síntesis de materiales dopados con tierras raras en aplicaciones en sensorica.

1 Quinto semestre Ingeniería Electrónica, Universidad Santo Tomas, Tunja.
yon.torres@usantoto.edu.co,

2 Docente Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Santo Tomás,
Tunja. sully.segura01@usantoto.edu.co

Palabras claves: Tierras raras, síntesis, propiedades, nanopartículas.

Las tierras raras constan de 17 elementos de la tabla periódica y la mayoría son abundantes en la naturaleza, pero son difíciles de extraer de los minerales en los que estos elementos se encuentran mezclados, por este motivo se le llaman tierras raras. Las tierras raras son metales con altos puntos de fusión y ebullición, en la bibliografía consultada se encontró que la síntesis de estos materiales a nivel nanométrico mejora las propiedades magnéticas, ópticas y fotoluminiscentes, estos metales además de tener estas propiedades poseen propiedades únicas utilizados de manera masiva en la industria de la innovación y alta tecnología en el campo de la sensorica (Méndez, 2011; Robles, 2014; Porcher, et al , 2000; Isabel,).

El objetivo de este trabajo fue identificar qué tierra rara ha sido la más sintetiza en este último año, a su vez, se establecieron las síntesis más usados, con el fin de establecer la viabilidad para realizar estos procesos en los laboratorios en la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, la metodología usada para este fin, fue usar una base de datos especializada

llamada SCOPUS es una base de datos sobre ciencia y tecnología que permite la consulta y el acceso a las referencias bibliográficas (Codina,2005) , con el fin de saber cuales son los metodos de sintesis usados para sintetizar tierras raras se visualizaron 260 artículos y se escogieron 26 artículos reportados en 2019, muestra que equivale al 10%, la sección de estos ultimosarticulos estuvo sujeta a los laboratorios existentes en la universidad, la facilidad de implementación, economía de los reactivos y equipos usados en lassíntesis.

En primer lugar, en el transcurso de múltiples investigaciones sobre las aplicaciones y la síntesis de tierras raras a nivel manométrico se han mostrado destacables resultados, encontrando nuevos y mejores métodos de síntesis. Entre las propiedades más destacables obtenidas están: La interacción con entidades biológicas, propiedades ópticas y luminiscentes que pueden ser utilizados para imágenes de espectro en el área biomédica(Zhang et al, 2019;Chen, et al,2019; GuofengLiu, et al, 2019; Yuan Dang et al 2019), códigos de barras, diodos, memorias de estado sólido (Smyslov,et al ,2019), bioimagen (Skwierczynska ,et al ,2019; Przemysław, et al,2019; Shuo, et al, 2019;Bahaa et al ,2019; Chudasama, et al, 2019; Bharat, et al, 2019; Muttia, et al ;2019; Kaleemulla, et al ,2019; Runowski, et al, 2019; Nagaswarupa,et al, 2019; Senthilselvan, et al, 2019; Haoshuang, et al, 2019;Noremberg et al;2019), administración de fármacos(Zhang, et al, 2019) entre muchas otras aplicaciones.

Para lograr estas y otras propiedades es necesario sintetizar el elemento

tierra rara para obtener partículas con medidas de orden nanométrico, en la muestra de artículos sobre métodos de síntesis de nanopartículas de tierras raras consultados, los métodos utilizados fueron:

Sol-gel: Se basa en una mezcla de reactivos permite obtener materiales policristalinos y amorfos en temperaturas similares a las del ambiente contaminados con tierras raras o colorantes orgánicos. (Castañeda, et al, 2019).

Precipitación: Este método consiste en la precipitación de un material (analito) por medio de un precipitante, este debe ser de fácil eliminación de excesos y selectivo. (Radulovich, et al, 2009)

Co-precipitación: Es una variante de la precipitación y consiste en la incorporación de impurezas al precipitado durante su precipitación. Hay 4 tipos de coprecipitación:

- Por adsorción superficial, el precipitado queda en parte como partículas coloidales (partículas cargadas) por lo que absorbe impurezas también cargadas.

- Por oclusión, cuando las impurezas quedan atrapadas al crecer el precipitado.

- Por formación de cristales mixtos, alguno de los iones de la red cristalina se sustituye por otro elemento de tamaño y carga similar.

- Por atrapamiento mecánico, cuando dentro del precipitado queda parte de la solución. (Glosario química, et al, 2011)

Síntesis por microondas: el procedimiento sintético más frecuente consiste en mezclar los precursores, luego se compactan en una pastilla que se deposita en un crisol de porcelana e introducirlos en un microondas (a

veces doméstico) donde tiene lugar la reacción. En algunos casos, se necesita la presencia de un susceptible de la radiación, como se ha comentado en el apartado anterior, que se acopla con la radiación microondas generando un aumento de temperatura. (Prado, et al, 2011)

Polimerización radical: consiste en calentar un iniciador escinde y se forman radicales a este se le adiciona un monómero que se estabiliza por la resonancia de la partícula iniciando el crecimiento de una cadena polimérica que dará lugar a otra repitiendo el ciclo. (Tecnopolimeros, et al ,2011)

Calcinación-descomposición térmica: consiste en someter una sustancia a una temperatura elevada y provocar una descomposición de sus componentes. (Quimotecnica, et al,2012)

Hidrotermal: consiste en la disolución de metal en el agua colocado a temperatura de ebullición de esta con una 1 atm de presión lo cual hace que reaccionen metales poco solubles. (Zanella, 2012)

Reactores de alta gravedad: consiste en la exposición de una sustancia a alta gravedad lo que genera que se produzcan precipitados.

Microemulsión inversa: consiste en suspender sólidos utilizando una fase continua y una fase dispersa (agua-aceite) (Quimotecnica, et al, 2011).

Coloidal: los coloides son partículas individuales, que tienen la característica de producir movimiento Browniano Si las partículas son grandes se comportan como suspensión que genera sedimentos gracias a la acción de la gravedad en un periodo de tiempo determinado, si son pequeñas estas partículas sólo estarán en suspensión. (Zanella,2012).

Fase oleosa: son micro emulsiones son dispersiones termodinámicamente

estables de dos líquidos inmiscibles, estabilizados por una monolaminar interfacial de moléculas tensioactivas con un adecuado balance hidrófilo-lipófilo (Marsa, et al, 2008).

En las siguientes gráficas se muestra la información obtenida de los artículos consultados



Figure 3.2-13 Gráfica que muestra la estadística del uso de método de síntesis, en el eje x se menciona el método de síntesis de las tierras raras y en el eje y se colocó el número de veces que se utilizó este método en los artículos consultados



sintetizada, en el eje x se menciona la tierra rara, en el eje y va el número de veces de sintetizada en los artículos reportado en el 2019.

Concluimos que los dos métodos más utilizados para la síntesis de tierras son la calcinación y la co-precipitación y la tierra rara más sintetizada Europio, le sigue el Iterbio en consecuencia las menos utilizadas son Cerio y Samario. De todas las metodologías las que se pueden implementar en la Universidad Santo Tomás sede Tunja son el método de

calcinación ya que contamos con los montajes adecuados, se podría explorar la síntesis sol- gel y coloidal ya que los reactivos se ajustan a las capacidades de adquisición de la Universidad Santo Tomás, probablemente se puede hacer la síntesis de Europio para tener un punto de referencia y así comparar los resultados de lo que se ha sintetizado y lo que se va a sintetizar.

Bibliografía

- Angeles, Mendez, (2011). La guía 2000. Propiedades de las Tierras raras <https://quimica.laguia2000.com/elementos-quimicos/propiedades-de-las-tierras-raras>
- AMYCA, Robles Daniel, (2014). Lastierrasraras <http://www.amyca.com/las-tierras-raras/>
- VIX, Valenzuela, Isabel. ¿Qué son las tierras raras? <https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/4694/que-son-las-tierras-raras>
- Porcher, P., Puche, R. S., Maestro, P., & Cascales, C. (2000). Tierras raras: materiales avanzados. In Anales de la Real Sociedad Española de Química (No. 4, pp. 11-26). Real Sociedad Española de Química.

- Codina, L. (2005). Scopus: el mayor navegador científico de la web. *El profesional de la información*, 14(1),44-49.
- Skwierczynska M, Runowski M, Kulpinski P, Lis S, Modification of cellulose fibers with inorganic luminescent nanoparticles based on lanthanide(III) ions, *Carbohydrate Polymers*.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.11.058>
- Przemysław Woźny, Marcin Runowski and Stefan Lis, Emission color tuning and phase transition determination based on high-pressure up-conversion luminescence in YVO₄: Yb³⁺, Er³⁺ nanoparticles, *Journal of Luminescence*.
<https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2019.02.008>.
- Jiawen, Zhongtao, Wua. Qia, Wua. Shuo, Dua. Dongchu, Chenb. Bo, Chena. Menglei, Changb. Xiaohu, Luo. Yali, Liua. N. Co-doped graphene sheet-encapsulated Co₉S₈ nanomaterials as excellent electrocatalysts for the oxygen evolution reaction.
<https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2019.02.024>
- Bahaa, M. Abu-Zied. Controlled synthesis of praseodymium oxide nanoparticles obtained by combustion route: Effect of calcination temperature and fuel to oxidizer Ratio.
<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.12.007>.
- Manisha Dhiman, Bhupendra Chudasama, Vinod Kumar, K.B. Tikoo and Sonal Singhal, Augmenting the photocatalytic performance of cobalt ferrite via change in structural and optical properties with the introduction of different rare earth metal ions, *Ceramics International*.
<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.11.033>

- L. Krishna Bharat, Goli Nagaraju, Jae Su Yu, Hexadentate Ligand-Assisted Wet-Chemical Approach to Rare- Earth Free Self-Luminescent Cocoon-Shaped Barium Orthovanadate Nanoparticles for Latent Fingerprint Visualization, Sensors and Actuators B: Chemical.

<https://doi.org/10.1016/j.snb.2018.05.088>

- AlexanderN. Bugrov, RuslanYu.Smyslov, TatyanaD.Anan'eva, AnastasiaYu.Zavialova, Demid A. Kirilenko and Oksana V. Almjasheva, Soluble and insoluble polymer-inorganic systems based on poly(methyl methacrylate), modified with ZrO_2 - $LnO_{1.5}$ ($Ln = Eu, Tb$) nanoparticles: Comparison of their photoluminescence, Journal of Luminescence, <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2018.11.011>.

A.M.G, Muttia. J.A.O, Santosa. D.G.S.M, Cavalcantea. A.S, Gomesa. A.E, Joba. A.M, Piresa. S.A.M, Limaa.Decorated silica particles with terbium complexes as luminescent biomarker for cell imaging

<https://doi.org/10.1016/j.optmat.2019.02.019>

M,Shoba1. •S,Kaleemula.C,Krishnamorthi.G,VenugopalRao.EffectofEr³⁺substitutiononstructuralandmagneticpropertiesofnarowsizedistributed ZnFe_{2-x}Er_xO₄nanoparticles.

<https://doi.org/10.1007/s00339-019-2454-7>

Ayub M, Gul IH, Nawaz K, Yaqoob K, Effect of rare earth and transition metal La-Mn substitution on electrical properties of co-precipitated M-type Ba-ferritenanoparticles, Journal of RareEarths.<https://doi.org/10.1016/j.jre.2018.08.005>.

Przemysław Woźny, Marcin Runowski and Stefan Lis, Emission color tuning and phase transition determination based on high-pressure up-

conversion luminescence in YVO₄: Yb³⁺, Er³⁺ nanoparticles, Journal of Luminescence, <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2019.02.008>

Lukas, R.H. Gerken, Kerda Keevend, Yucheng Zhang, Fabian H.L. Starsich, Christian Eberhardt, Guido Panzarasa, Martin T. Matter, Adrian Wichser, Andreas Boss, Antonia Neels, and Inge K Herrmann Lanthanide-doped Hafnia Nanoparticles for Multimodal Theranostics: Tailoring the Physicochemical Properties and Interactions with Biological Entities. doi: 10.1021/acsami.8b20334

M.R.A. Kumar, H.P. Nagaswarupa, C.R. Ravikumar, S.C. Prashantha, H. Nagabhushana, A.S. Bhatt, Green engineered nano MgO and ZnO doped with Sm³⁺: Synthesis and a comparison study on their characterization, PC activity and electrochemical properties, Journal of Physics and Chemistry of Solids (2019),

Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2018.12.012>.

M G, S Y, G A K, C. S, Senthilselvan J, Photon upconversion characteristics of intense green emitting BaYF₅:Yb³⁺, Er³⁺ nanoclusters prepared by reverse microemulsion, Materials Research Bulletin (2018), <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2018.08.010>

A.F. Abdel-Magied, H.N. Abdelhamid, R.M. Ashour, X. Zou, K. Forsberg, Hierarchical porous zeolitic imidazolate frameworks nanoparticles for efficient adsorption of rare earth elements, Microporous and Mesoporous Materials (2018), doi: <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2018.11.022>.

Victoria Trummel, Santosh K. Gupta, Madhab Pokhrel, Donald Wall and Yuanbing Mao, Investigating the Impact of Gamma Radiation on Structural

and Optical Properties of Eu³⁺ Doped Rare-Earth Hafnate Pyrochlore Nanocrystals, Journal of Luminescence,

<https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2018.10.069>

- Bruno M. Morais Faustino, Peter J.S. Foot and Roman A. Kresinski, Lanthanide Luminescence Sensitization via SnO₂ Nanoparticle Host Energy Transfer, Journal of Luminescence,

<https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2018.10.067>

Baoxia Liua, Haoshuang Shena, Yuanqiang Haoa, Xu Zhua, Suzhi Lia, Yankai Huang, Peng Qua, Maotian Xua. Lanthanide Functionalized Metal-Organic Coordination Polymer: Toward Novel Turn-on Fluorescent Sensing of Amyloid β -Peptide.

DOI: 10.1021/acs.analchem.8b01546

S. Manavalan, U. Rajaji, S.-M. Chen, et al., Microwave-assisted synthesis of gadolinium(III) oxide decorated reduced graphene oxide nanocomposite for detection of hydrogen peroxide in biological and clinical samples, Journal of Electroanalytical Chemistry.

<https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2019.02.023>

Guofeng Liu, Zhen Sun, Mochen Jia, Zuoling Fu*, Anqi Zhang, Panpan Li. One pot synthesis and, Anqi Zhang, Panpan Li. One pot synthesis and optimized luminescent intensity of Gd₂(WO₄)₃: Yb³⁺/ Ho³⁺@SiO₂ nanoparticles for biological application.

<https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2018.10.039>

Yuan Dang, Mengyi Zhu, Rongrong Cui, Shuangli Chen, Guoping Han, Shouning Chai, Qin Yang. One-step hydrothermal synthesis of a novel rare earth phosphate nanoellipsoid with high electrocatalytic activity and

distinguished biosensing performance to common neurotransmitters.

<https://doi.org/10.1016/j.bej.2019.02.007>

Yuan Pu, Jingning Leng, DanWanga, Jie-XinWang, Neil R. Foster, Jian-Feng Chen. Process intensification for scalable synthesis of ytterbium and erbium co-doped sodium yttrium fluoride upconversion nanodispersions.

<https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.09.035>

Ricardo M Silva¹, Bruno S Noremberg, Luiza R Santana, Jose H Alano, Natalia H Marins, Guilherme K Maron, Dariusz Łukowiec, Marcin Staszuk, Tomasz Tanski, and Neftali LV Carreño. Rare earth-doped lead titanate zirconate grown on carbon fibers by microwave-assisted hydrothermal synthesis.

DOI: 10.1177/0021998318785701

H. Rong, Z. Zhang, Y. Li, X. Zhang, L. Li, Significant magnetocaloric and microwave absorption performances in ultrafine ErC₂@C core-shell structural nanocomposites, Composites Communications (2019).

Doi: <https://doi.org/10.1016/j.coco.2019.01.011>.

C.Gionco, S. Hernández, M. Castellino, T.A. Gadhi, José.Alejandro. Muñoz-Tabares, E. Cerrato, A. Tagliaferro, N. Russo, M.C. Paganini, Synthesis and characterization of Ce and Er doped ZrO₂ nanoparticles o solar light driven photocatalysts, Journal of Alloys and Compounds (2018). Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.10.046>.

J. Castañeda-Contreras., Fabricación de materiales amorfos y policristalinos con la ruta sol- gel., Centro Universitario de Los lagos, Universidad deGuadalajara.,

<http://www.smf.mx/boletin/2006/Bol-20-1/Articulos/sol-gel.htm>

Radulovich, R. (2009). Método gravimétrico para determinar in situ la humedad volumétrica del suelo. Agronomíacostaricense.

Glosario química., Terminos.,co-precipitacion.,<https://glosarios.servidor-alicante.com/quimica/coprecipitacion>.

Jesús Prado-Gonjal, Emilio Morán., Síntesis asistida por microondas de sólidos inorgánicos (2011) Tecnopolímeros., Mecanismos y técnicas de polimerización (Síntesis), (2011) <https://tecnopolimeros.blogspot.com/2011/03/mecanismos-y-tecnicas-de-polimerizacion.html>

Rodolfo Zanella., Metodologías para la síntesis de nanopartículas: controlando forma y tamaño.,2012.<http://www.revistas.unam.mx/index.php/nano/article/view/45167>

Quimotecnica S.A. de C.V., ¿Qué es una emulsión inversa?.,<http://www.emulsioninversa.com/2012/01/13/que-es-una-emulsion-inversa/>

Solans Marsa, Concepción and Sanchez-Dominguez, Margarita and Boutonnet, Magali., Procedimiento para la obtención de nanopartículas por reacción en microemulsiones de tipo aceite en agua.,2008.

3.3. Línea Desarrollo de las ciencias básicas: Simulación, Modelación matemática, estadística y aplicaciones.

3.3.1. Estudio de la cobertura vegetal en el páramo de sincunsi pormedio imágenes satelitales landsat.

Segura Peña Julián⁸¹, Acosta Rivera Karen⁸², Suarez Ramírez Érica⁸³, Peña García Julián⁸⁴.

Palabras claves: Paramo, cobertura vegetal, teledetección impacto, imágenes, landsat.

El páramo del Siscunsi es un ecosistema que posee alta riqueza de fauna y flora, se encuentra ubicado en el departamento de Boyacá sobre la cordillera oriental, con un área comprendida de 5942 hectáreas, el clima del páramo es caracterizado por su enérgica radiación, y su humedad permanente; sus precipitaciones anuales varían entre los 800 y 1100 mm, además sus cambios de temperatura oscilan entre los 30° C en los días soleados y -5°C en días nublados, con un rango altitudinal que va desde los 3.000 m.s.n.m., hasta más de 4.000 m.s.n.m.

Tiene una característica fundamental en la producción y almacenamiento de agua, esto indica que es una fuente hídrica que abastece en un gran porcentaje a varios municipios de zonas cercanas. En los últimos años los

⁸¹ Físico Puro, Universidad Santo Tomás sede Tunja, julian.segura@usantoto.edu.co,

⁸² Estudiante, Ingeniería Ambiental Universidad Santo Tomás sede Tunja karen.acosta@ustatunja.edu.co,

⁸³ Estudiante, Ingeniería Ambiental Universidad Santo Tomás sede Tunja erica.suarez@usantoto.edu.co,

⁸⁴ Estudiante, Ingeniería Ambiental Universidad Santo Tomás sede Tunja julian.pena@usantoto.edu.co.

impactos que este ha sufrido, se deben a las actividades económicas como lo son la agricultura, ganadería y piscicultura, afectando la calidad del páramo, por esta razón se pretende evaluar la situación del páramo, específicamente en el cambio de cobertura vegetal que este ha sufrido a lo largo del tiempo, para cumplir con este objetivo se realiza la determinación y análisis del cambio de cobertura vegetal entre los periodos 2000 y 2016, utilizando herramientas y métodos que nos proporciona actualmente la teledetección por imágenes satelitales Landsat, esta información satelital es cada vez más utilizada para caracterizar la geografía a escala debido a su resolución espacial y espectral de estos sensores pasivos capaces de diversificar las diferentes coberturas del suelo, especialmente su vegetación.

“La metodología Corine Land Cover, es una metodología francesa adaptada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para Colombia; esta consiste en la evaluación de coberturas de la tierra mediante el uso de imágenes satelitales tipo Landsat” [4], este es el proceso de consolidación de una propuesta metodológica para realizar la caracterización de las coberturas naturales presentes en el territorio colombiano. Ésta permite unificar los criterios, conceptos y métodos para conocer cómo está cubierto el país, [9], teniendo en cuenta cinco parámetros en todo el territorio, la primera son territorios artificializados que constituye el tejido urbano, zonas de extracción y zonas verdes artificiales; la segunda son territorios agrícolas dedicados a la producción del sector secundario. La tercera cobertura; son las áreas húmedas constituidas por vegetación acuática,

bordes marinos y áreas húmedas costeras. Por último, se encuentra la superficie de agua, que son los cuerpos o cauces de aguas permanentes en el territorio.

Para el área de estudio del páramo de Siscunsi, la metodología utilizada es un software de procesamiento que es manejado por una herramienta que interpreta imágenes geospaciales llamada (ArcGIS) [11], y se debe tener en cuenta los siguientes pasos.

- FASE 1: Preparación

En esta fase fueron adquiridos los insumos necesarios para el desarrollo total del estudio teniendo en cuenta búsqueda de información secundaria, selección y descarga de imágenes satelitales landsat, Composición de las imágenes descargadas.

- FASE 2: Procesamiento Digital De Imágenes

En esta fase se tiene en cuenta mejoramiento visual y espacial, clasificación supervisada.

- FASE 3: Post-Procesamiento

La clasificación final obtenida en la fase anterior fue cortada según los límites dados por el área de interés y vectorizada y exportada en formato shapefile compatible con el software ArcGis 10.1.

- FASE 4: Consolidación De Resultados

Con la información generada en las fases previas, fueron desarrollados los mapas temáticos que exponen para el área de estudio las coberturas identificadas según la metodología de clasificación CORINE LAND COVER para cada fecha evaluada.

- FASE 5: Análisis multitemporal

Con base en los mapas temáticos resultantes y las áreas y porcentajes de cobertura calculados en la fase 4, fueron realizados los análisis correspondientes para cada uno de los periodos.

Una vez procesada la información se evalúa como ha sido el cambio de cobertura en el periodo previsto teniendo como resultado las siguientes imágenes.

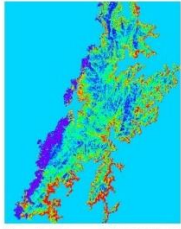
			
Imagen Procesada, Paramo del Siscunsi	Imagen, Niveles Digitales de Vegetación- NDVI	Imagen multitemporal del páramo de Siscunsi año 2000	Imagen multitemporal del páramo de Siscunsi año 2016

Figure 3.3-1 Cambio de la Cobertura vegetal en el páramo de Siscunsi.

En estas imágenes se puede evidenciar que la desertificación en el páramo de Siscunsi ha aumentado en un porcentaje en el cambio en la cobertura y uso del suelo comprendida en el periodo de 2000 al 2016, esto se debe a los factores como el aumento de población, explotaciones agrícolas con fines comerciales, estando la agricultura de subsistencia presente en huertos caseros. Dadas estas condiciones, es casual que en estas zonas se presente una dinámica de intervención bastante fuerte, reemplazando áreas de bosques nativos por coberturas productivas destinadas a diferentes tipos de actividades económicas. Se recomienda detallar las zonas con procesos de desertificación para obtener resultados más precisos sobre la zona de estudio y así poder generar estrategias en pro del desarrollo sostenible y se prevengan los procesos de desertificación.

Al analizar las imágenes se logra evidenciar que el factor social, es un limitante para la conservación vegetal del Páramo, puesto que por tradiciones ancestrales el municipio es netamente de producción agrícola, por ende, el crecimiento económico del sector siempre ha buscado adquirir más zona de cultivo, arrebatando el área protegida del páramo. Las actividades agrícolas y pecuarias hacen que se esté generando en la actualidad un daño ambiental significativo, ya que mucha de la biodiversidad existente está desapareciendo. Lo anterior se puede evidenciar en el cambio significativo de coberturas vegetales, si se analiza la cobertura existente unos 18 años atrás, se puede encontrar presencia en zonas de tipo arbustivo, esto representa principalmente al frailejón (planta

endémica de la zona de estudio), de igual modo vegetación de tipo raparúa. Esta es muy característica de la zona puesto a las condiciones medio-climático ya presentadas previamente. Si se compara con la vegetación que se presenta en la actualidad se logra evidenciar una alta transformación en el tipo de cobertura vegetal en la parte fronteriza de la zona de estudio, en donde se puede lograr identificar que la disminución de cobertura en el año 2016 ha disminuido en un 30% aproximadamente con relación al año 2000, esto debido a todos los factores anteriormente mencionados, este tipo de análisis se realizó mediante la metodología NDVI. En las fotografías satelitales se interpreta la gran cantidad de tubérculos en la zona delimitada del páramo y en la parte central del mismo. Este análisis multiespectral muestra una realidad anunciada, la pérdida de los páramos por factores de tipo antropogenico es un problema que afecta a la sociedad como tal, ya que como bien se sabe los páramos son los encargados de realizar recargas hídricas a las zonas aledañas. De igual forma se puede definir qué cantidad de cobertura vegetal saludable en cada uno de los años analizados, con base al año 2000 se puede identificar que solo el 5% es de cobertura vegetal con relación al área del páramo, se encuentra en un buen estado, pero hay que tener en cuenta que el año 2016 se encuentra el 1 % pero esto es relaciona con pastos enmalezados que actualmente se presentan, este tipo de pastos están asociados a la falta de escasas prácticas de manejo que permiten el crecimiento de las especies distintas al pastizal, con alturas menores a 1,5 metros. Otro factor importante es el herbazal o gramíneas presentes.

Bibliografía

- [1] Corpoboyaca. (2016). Parque Natural Regional Siscunsi-Ocetá, en proceso de Ordenamiento Ecoturístico. Recuperado de <http://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/parque-natural-regional-siscunsi-oceta-en-proceso-de-ordenamiento-ecoturistico/>
- [2] Corpoboyaca, (2010). Formulación del Plan de Manejo del Parque Natural Regional Siscunsi – Ocetá, mediante la participación local y la actualización de los planes de manejo preexistentes para los páramos de Siscunsi y Ocetá. (110).
- [3] Corpoboyacá, & Javeriana, Universidad. (2005). Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Lago de Tota. Tunja: Corpoboyacá
- [4] IDEAM., (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- [5] Néstor P, Carlos C, Pedro A, Jimena B. (2015). Páramo de siscunsi, en la cuenca alta de la martinera. Encuentro internacional de educación en ingeniería (ACOFI). 4-6
- [6] Parques Nacionales Naturales de Colombia. Instructivo para el levantamiento y actualización de coberturas de la tierra en las áreas de Parques Nacionales Naturales (2010). En: http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/IYM_SG_C_IN_0001Instructivoparaelllevantamientocoberturas.pdf (septiembre del 2013).
- [7] IGAC, IDEAM, IAvH, INVEMAR, SINCHI, IIAP. Ecosistemas

continentales, costeros y marinos de Colombia, Bogotá, 276 p. + 37 hojas cartográficas, 2007.

[8] Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Gobernación de Antioquia, Levantamiento semidetallado de las coberturas terrestres del departamento de Antioquia, Medellín, 2007.

[9] Suárez-Parra, Karen V., Cély-Reyes, Germán E. y Forero-Ulloa, Fabio E., «Instituto de Investigación de Recursos Biológicos,» Junio 2016. [En línea].

Available: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9467>

.

[10] IDEAM, 0. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para, Bogotá: Scripto Ltda., 2010

[11] Eastman, J. R., Crema, S., Zhu, H., Toledano, J., Jiang, H., In-Process Classification Assessment of Remotely Sensed Imagery, Geocarto International, Vol. 20, No. 4, pp. 33- 43, 2005.

[12] Ferreira, M. A., Andrade, F., Cardoso, P., Paula, J., Coastal Habitat Mapping Along the Tanzania/Mozambique

3.3.2. Simulación computacional de propiedades magnéticas en nanomateriales con estructura tipo core-shell.

Claudia Milena Bedoya Hincapié⁸⁵, Nelson Elías Rincón Quiñones⁸⁶

Palabras clave: core-shell; magnetismo; simulación computacional; nanoestructura.

Los materiales nanoestructurados son sistemas de gran de interés científico desde la década de los noventa, debido a que la reducción dimensional a una escala nanométrica incrementa la relación área a volumen, dando lugar a propiedades físicas diferentes a los materiales masivos (Vaz, Hoffman, Ahn, & Ramesh, 2010). Particularmente, las nanopartículas con estructura core-shell son una manera eficiente de construir sistemas multicomponente que combinan múltiples funcionalidades en una sola estructura (Schärftl, 2010). Uno de los sistemas core-shell que más ha llamado la atención científica recientemente es aquel en el que tanto el core como el shell manifiestan propiedades magnéticas en un sistema conocido como estructura core-shell bimagnética, a consecuencia de sus propiedades magnéticas mejoradas frente a los sistemas simples o de una sola fase (López-Ortega, Estrader, Salazar-Alvarez, Roca, & Nogués, 2015). La importancia de estos sistemas radica en

⁸⁵ Ingeniera física, Magister en Ingeniería, materiales y procesos, Universidad Santo Tomás, Bogotá, claudiabedoya@usantotomas.edu.co.

⁸⁶ Físico, Magister en Educación, Universidad Santo Tomás, Bogotá, nelsonrincon@usantotomas.edu.co.

sus potenciales aplicaciones en el campo de la biomedicina, entre las cuales sobresalen el transporte y liberación de medicamentos, agentes de contraste para la obtención de imágenes por resonancia magnética nuclear e hipertermia magnética (Vasilakaki, Binns, & Trohidou, 2015).

Gran interés ha despertado en el campo científico y médico el mecanismo de la hipertermia magnética, el cual está basado en la utilización de nanopartículas magnéticas como agentes de calor para provocar la destrucción de las células cancerígenas (Ortega & Pankhurst, 2013). Dicho calor es liberado por las nanopartículas magnéticas al ser sometidas a un campo magnético alterno, elevando la temperatura de forma localizada entre 42 y 46°C (Habib, Oudeck, Chaudhary, Bockstaller, & McHenry, 2008). En este rango de temperaturas una menor resistencia térmica de los tejidos cancerosos por sus vasos sanguíneos pobremente desarrollados frente a los tejidos sanos (Hilger, Hergt, & Kaiser, 2005), hace que el calor liberado induzca la muerte o reducción del tamaño de las células cancerígenas, con escasos efectos en los tejidos normales. De esta manera, la efectividad de las nanopartículas magnéticas en el tratamiento de hipertermia depende entre otros parámetros, de la capacidad de liberación de calor con el campo magnético aplicado, al emplear dosis de nanopartículas en cantidades tan bajas como sea posible para evitar los efectos de toxicidad (Hergt, Dutz, Müller, & Zeisberger, 2006). Uno de los mecanismos por medio de los cuales es posible estimar la eficiencia térmica de las nanopartículas, es a través del ciclo de histéresis magnético, cuya área es directamente proporcional a la energía disipada en forma de calor (Bertotti, 1998).

La eficiencia térmica de las nanopartículas depende de la naturaleza de los materiales y de su biocompatibilidad, de las propiedades estructurales de la nanopartícula, así como de la frecuencia y amplitud del campo alterno aplicado (López-Ortega et al., 2015). Por lo anterior, en esta investigación se abordó el estudio de las propiedades magnéticas de las nanoestructuras core-shell mediante el método de simulación computacional Monte Carlo, por medio del cual se analizó el efecto de los parámetros del campo magnético (amplitud y periodo) y de la temperatura en las propiedades resultantes de ciclos de histéresis magnéticos, para estimar la eficiencia térmica de las nanopartículas. El sistema se basó en una nanopartícula bimagnética tridimensional con geometría cúbica, en la cual se ubicaron espines en los vértices de una red cúbica simple. Para la simulación se empleó el método Monte Carlo con el algoritmo de Metrópolis para la modificación aleatoria del estado del espín de la nanopartícula, y de este modo lograr estimar la magnetización en función del campo, y construir los ciclos de histéresis. Los resultados mostraron la variación del área del ciclo de histéresis y por tanto, de energía disipada por las nanopartículas, en función de parámetros propios del campo alterno (amplitud y la período) y de la temperatura. El incremento de la temperatura influye negativamente en disipación de calor dado a que impide la respuesta de los espines por las fluctuaciones térmicas, mientras que la amplitud y periodo de campo determinan el tiempo de respuesta de los espines a la oscilación del campo alterno. Por último, es apropiado precisar que el estudio mediante simulación computacional de estos parámetros físicos en la respuesta de eficiencia térmica de las nanopartículas magnéticas, es de alta

relevancia científica para el conocimiento del efecto de variables de interés en el desarrollo y consolidación de sistemas de hipertermia magnética aptos y seguros para el ser humano.

Bibliografía

DeNardo, S. J., DeNardo, G. L., Natarajan, A., Miers, L. A., Foreman, A. R., Gruettner, C.,

... Ivkov, R. (2007). Thermal dosimetry predictive of efficacy of ^{111}In -ChL6 nanoparticle AMF--induced thermoablative therapy for human breast cancer in mice.

Journal of Nuclear Medicine : Official Publication, Society of Nuclear Medicine, 48(3), 437–444.

Habib, A. H., Ondack, C. L., Chaudhary, P., Bockstaller, M. R., & McHenry, M. E. (2008).

Evaluation of iron-cobalt/ferrite core-shell nanoparticles for cancer thermotherapy.

Journal of Applied Physics, 103(7), 2012–2015. <https://doi.org/10.1063/1.2830975>

Hergt, R., Dutz, S., Müller, R., & Zeisberger, M. (2006). Magnetic particle hyperthermia: Nanoparticle magnetism and materials development for cancer therapy. Journal of Physics Condensed Matter, 18(38). <https://doi.org/10.1088/0953-8984/18/38/S26>

Hilger, I., Hergt, R., & Kaiser, W. A. (2005). Use of magnetic nanoparticle heating in the treatment of breast cancer. *IEEE Proceedings of Nanobiotechnology*, 152(2), 207–211. <https://doi.org/10.1049/ip-nbt>

Kumar, A., Pan, F., Husain, S., Akansel, S., Brucas, R., Bergqvist, L., ... Svedlindh, P. (2017). Temperature-dependent Gilbert damping of Co₂FeAl thin films with different degree of atomic order. *KTH Royal Institute of Technology*. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.96.224425>

López-Ortega, A., Estrader, M., Salazar-Alvarez, G., Roca, A. G., & Nogués, J. (2015).

Applications of exchange coupled bi-magnetic hard/soft and soft/hard magnetic core/shell nanoparticles. *Physics Reports*, 553, 1–32. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2014.09.007>

Ortega, D., & Pankhurst, Q. A. (2013). Magnetic hyperthermia. *Nanoscience*, 1(January), 60–88. <https://doi.org/10.1039/9781849734844-00060>

Schärfl, W. (2010). Current directions in core-shell nanoparticle design. *Nanoscale*, 2(6), 829. <https://doi.org/10.1039/c0nr00028k>

Vasilakaki, M., Binns, C., & Trohidou, K. N. (2015). Susceptibility losses in heating of magnetic core/shell nanoparticles for hyperthermia: a Monte Carlo study of shape and size effects. *Nanoscale*, 7(17), 7753–7762. <https://doi.org/10.1039/C4NR07576E>

Vaz, C. A. F., Hoffman, J., Ahn, C. H., & Ramesh, R. (2010). MagnetoelectricCoupling Effects in Multiferroic Complex Oxide Composite

Structures. Advanced Materials, 22(26-27), 2900-2918.<https://doi.org/10.1002/adma.200904326>

Zeng, Q., Baker, I., Loudis, J. A., Liao, Y., Hoopes, P. J., & Weaver, J. B. (2007). Fe/Fe oxide nanocomposite particles with large specific absorption rate for hyperthermia. Applied Physics Letters, 90(23), 1-4. <https://doi.org/10.1063/1.274606>

4. TALLER O CURSO

4.1. Línea Enseñanza de la ciencia en un mundo globalizado

4.1.1. Uso de las huellas de frenado en la enseñanza de la mecánica

Alejandro Bolívar Suarez, Nidia Yaneth Torres

Docentes profesores Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Grupo de Investigación WAIRA. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Email:absforense@hotmail.com; Email: nidia.torres@uptc.edu.co

Palabras clave. Física forense, Educación científica, Enseñanza

La física es parte de la vida cotidiana, es una ciencia utilizada en todos los procesos tecnológicos, y juega un rol fundamental en la formación de ciudadanos. Sin embargo, existen muchas dificultades en su enseñanza; por ejemplo, Stewart, Griffin & Stewart, (2007) indican que los conceptos erróneos están presentes en el área, producto de métodos de enseñanza descontextualizados, abstractos y enciclopedistas. También, Bigozzi, Tarchi, Falsini & Fiorentini (2014) señalan que aun hoy en día prevalece la idea de una física, objetiva y difícil. Estas metodologías han demostrado ser

menos efectivas que la investigación práctica y métodos interactivos de enseñanza-aprendizaje, en las escuelas secundarias, pese a esto se sigue confiando en esta manera de transmitir el conocimiento científico (Coletta & Phillips, 2005; Torres, et al., 2018).

Desde lo anterior, varias estrategias se han implementado como el uso de simuladores, resolución de problemas, ejercicios de lápiz y papel, articulación de los conceptos desde el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), esta última para una aplicación real a la Física en términos de sus impactos. Pretendiendo responder a esta perspectiva didáctica, en este taller se presenta una estrategia didáctica basada en la física forense para la enseñanza de la Mecánica.

La física forense, de acuerdo a García y Rivera (2009); Bolívar et al., (2017) tiene interés pedagógico debido a la variedad de temas que se pueden usar en las clases, es el caso de la aplicación de la física al estudio de accidentes de tránsito, donde se utilizan los principios y leyes de la física mecánica. Es un área con múltiples usos, teniendo como objeto la aclaración de hechos delictivos, dentro de los que se destaca principalmente la reconstrucción de accidentes de tránsito; que busca aportar una prueba científica que permita en el caso de los accidentes, determinar la existencia de daños materiales, para un resarcimiento económico en un proceso civil; y en el caso de heridos o muertos dentro de un proceso penal, otorgarle a las autoridades judiciales mediante el peritaje físico, una mayor certeza de lo ocurrido, haciendo uso de los principios y leyes de la física, como una manera de entender y explicar lo sucedido. (Bolívar et al., 2005).

Este campo de investigación se ha venido desarrollando toda vez que en muchos países entre ellos Colombia, el número de muertos y daños materiales ocasionados por los accidentes de tránsito ha venido en aumento y es así como se busca aportar desde la recolección de pruebas técnicas en el lugar de un accidente y la posterior utilización de principios de la física, que permita a las autoridades judiciales contar con una prueba técnica científica que establezca las causas que originaron el accidente y así poder prevenirlos.

En este sentido, este taller hace parte de una investigación sobre el uso de la Física forense como propuesta didáctica para la enseñanza de la física, específicamente desde la mecánica con los accidentes de tránsito, con el fin de motivar a los estudiantes a su aprendizaje y promover sus actitudes científicas.

En el taller se desarrollará un apartado de la unidad didáctica denominada Curso de peritos Físicos, aprendiendo mecánica, en el marco de la investigación titulada la física forense en la enseñanza de la mecánica y la promoción de actitudes científicas y se realizará en los siguientes momentos:

- En un primer momento se hace énfasis en aspectos de dificultades sobre la enseñanza de la física y el uso de la Física forense como alternativa de abordaje de conceptos de la mecánica.
- En un segundo momento se presentan las actividades a desarrollar, proponiendo un trabajo colaborativo en el que se realizan actividades teórico-experimentales, incorporando elementos de la investigación forense y sus aplicaciones particulares a los accidentes de tránsito, cada

uno consta de una parte de fundamentación teórica con explicaciones y gráficos de referencia para posteriormente desarrollar la parte práctica.

Los temas a desarrollar son los siguientes:

- Fricción producida por Neumaticos

Para este tema, se presenta a los participantes un video relacionado con frenos ABS y frenos convencionales, se hace reflexionar sobre cómo es el proceso de frenado de un automóvil con frenos convencionales y como con frenos ABS y los principios físicos de la mecánica involucrados en este proceso.

-Sistemas convencionales de frenado en un vehículo

En un sistema convencional de frenado de un vehículo, al pisar el pedal de freno se fuerza la salida de aceite desde el cilindro maestro, a través de los caños de freno, hacia los cilindros auxiliares en las ruedas. Esto hace que se vayan deteniendo por el bloqueo súbito de las llantas marcando sobre la vía lo que conocemos como huellas de frenado debido a como se transfiere energía que se manifiesta en calor. Los autos modernos tienen frenos en las cuatro ruedas, los cuales funcionan a través de un sistema hidráulico. Este tema será la apertura de las huellas de frenado que se presenta a continuación.

-Huellas en el terreno

Para la comprensión de este tema, los asistentes al taller deben identificar las diferentes clases de huellas en la vía, ya que forman parte de cómo ocurrió el accidente, mostrando las trayectorias de los involucrados en el accidente, las velocidades y los puntos de impacto, etc. Por tal motivo, las distintas clases de huellas que el investigador debe identificar son:

Huella de Frenada o Desaceleración: Conocida normalmente como Huella de frenada, cuando una llanta, por efecto de los frenos se arrastra por encima de la superficie de la vía produciendo gran cantidad de calor al transformarse la energía cinética del vehículo en energía calórica.



Ilustración 4.1-1 huella de frenado por desaceleración Fuente: Remolina (2006)

Huella de Arrastre Metálico: Como su nombre lo indica, esta clase de huellas son las causadas por un objeto metálico al realizar fricción o roce con la superficie.



Ilustración 4.1-2 Huella marcada en un Sardinel Fuente: Remolina (2006)

Huella de Arrastre de Llanta: Son las producidas por las ruedas de un vehículo el cual pierde su trayectoria al ser aplicada una fuerza opuesta a su normal circulación. Por lo general se presentan en las colisiones laterales.



Figure 4.1-1 Ejemplo de huella de arrastre de llanta. Fuente: Remolina (2006)

Figura N. 3 Ejemplo de huella de arrastre de llanta. Fuente: Remolina (2006)

Huellas de Derrape: Son aquellas las que se producen por la desviación lateral de un vehículo; siempre y cuando solo se activa el sistema de frenos en el eje trasero o cuando existe aceite o se encuentra húmeda la superficie de la vía



Figure 4.1-2 huella de derrape. Fuente: Remolina (2006)

Huella de Trayectoria: Es la que se presenta por el paso de una llanta sobre un material blando como tierra, barro, etc, dejando marcada la huella de la llanta con su respectivo labrado.



Figure 4.1-3 huella de trayectoria .Fuente: Remolina (2006)

Huella de Aceleración: Como su nombre lo indica, es la huella que se produce por la aceleración de un vehículo al momento de iniciar su marcha, girando rápidamente las llantas lo que genera que la superficie del neumático se funda.



Figure 4.1-4 huella de aceleración.Fuente: Remolina (2006)

Huella de Velocidad Crítica en Curva: Se presenta cuando un vehículo toma una curva y la velocidad sobrepasa los límites físicos a partir de los cuales empieza a deslizar.



Figure 4.1-5 Huellas de velocidad critica en curva Fuente: Remolina (2006)

Todas las diferentes huellas deben acotarse a un punto de referencia no movable, que por lo general permita en caso de una posterior verificación la ubicación en el mismo punto, con el fin de que sea más exacta la reconstrucción del accidente y el análisis de la velocidad del o de los vehículos involucrados en un accidente de tránsito.

Caso real de accidente de tránsito usando huella de frenada

Los accidentes de tránsito están mediados por condiciones, en donde el conductor en algunas percibe los diferentes peligros en la vida u otros vehículos y efectúa maniobras para evitarlos. Uno de ellos es la acción de los frenos, dejando marcas llamadas huellas de frenado. Estas son evidencia física que permiten utilizarse en el establecimiento de la velocidad de un vehículo momentos previos al choque, elemento

comúnmente solicitados por las autoridades judiciales al momento de establecer la culpabilidad de un accidente de tránsito.

Se presenta la siguiente situación:

El día 31 de diciembre del año 2008 en el sector de la autopista norte con 224, el vehículo de placas DUC ZZZ 400 RENAULT 9, conducido por el señor Pedro Pascasio Martínez que se desplazaba en sentido vial sur norte, quien transitaba por el carril interno de dicha vía (izquierdo como referencia a la posición de conductor en el vehículo) y de manera súbita por la vía atraviesa sentido oriente occidente una bicicleta de marca felt MTB conducida por el señor Javier Albertino Barreiro.

El conductor del vehículo de placas DUC 400 intenta una maniobra evasiva cambiando la dirección de su desplazamiento y marcando una huella de frenado de 15 m de longitud, hacia el lado izquierdo de la vía, tomando como referencia la posición del conductor con el fin de evitar la colisión, pero esta de igual forma se presenta sobre parte del carril izquierdo y el vehículo sale de la vía y presenta rodamiento sobre el separador de la autopista norte, hasta que el vehículo se detiene totalmente. (Informe Pericial).

A partir del caso anterior, se orienta el desarrollo de las siguientes actividades:

Del caso anterior, utilizar las variables físicas a fin de plantear el modelo matemático para calcular la velocidad de vehículo momentos previos a la colisión con la utilización de la huella de frenada.

El coeficiente de fricción que utilizarías sería ¿estático o cinético? justifica tu respuesta.

¿Qué limitaciones en la velocidad hay que utilizar para tomar una curva de manera segura? justifica tu respuesta.

Explica físicamente que pasaría en las siguientes situaciones tomando una curva en un vehículo:

- Sin peralte y sin rozamiento
- Sin peralte y con rozamiento
- Con peralte y sin rozamiento
- Con peralte y con rozamiento

Recursos utilizados

- Sala de Informática con internet para los participantes
- Fotocopias de las guías suministradas por los autores.

Bibliografía

BIGOZZI, L.; TARCHI, C.; FALSINI, P.; FIORENTINI, C. 2014. 'Slow Science': Building scientific concepts in physics in high school. International Journal of ScienceEducation. 36(13):2221-2242

BOLIVAR, A.; TORRES, N.; SOLBES, J. 2017. Propuesta de contextualizar la enseñanza de la física usando los accidentes de tráfico. Enseñanza de las ciencias, N° extra. P.561-566.

BOLÍVAR, A., BOLÍVAR, S., & LÓPEZ, D. (2006). Modelos físicos aplicados al análisis de accidentes de tránsito. *Revista colombiana de Física*, 38(4), 1375.

COLETTA, V.P.; PHILLIPS, J.A. 2005. Interpreting FCI scores: Normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability. *American Journal of Physics*, 73(12), 1172-1182.

GARCIA, L. J., & RIVERA, J. H. (2009). Formulación matemática de algunos modelos físicos utilizados en la reconstrucción de un evento de tránsito y las consideraciones para su implementación. *Scientia et technica*, 15(43).

STEWART, J.; GRIFFIN, H.; STEWART, G. 2007. Context sensitivity in the force concept inventory. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 3(1), 010102-6

TORRES, N., BOLÍVAR, A., SOLBES, J., & PARADA, M. (2018). Percepciones de estudiantes universitarios sobre su formación en física en educación secundaria. *Revista UDCA Actualidad&Divulgación Científica*, 21(2).

TORRES, N Y SOLBES, J. (2018). Energía nuclear: una cuestión socio científica para el desarrollo del pensamiento crítico. En D.M. Conrado; N. Nunes (Eds), *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp, 375-76). Salvador, Brasil. EDUFBA

4.1.2. Taller: STEAM y Aula Invertida, estrategias educativas para un aprendizaje significativo

MerlyYesseniaGalindoNuñez⁸⁷, Eider Santiago Grillo Romero⁸⁸.

Palabras clave: STEAM, aula invertida, alfabetización digital.

STEAM es una estrategia educativa que permite vincular en el aula de clase la ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, permitiendo la vinculación de todas las áreas en retos que potencian ciertas habilidades en los estudiantes. El objetivo es reconocer las habilidades o competencias en la que se fundamenta la estrategia STEAM, por medio de retos cuya finalidad permite que los estudiantes se formen en aquellas competencias necesarias para el mundo laboral, de carreras que no existen actualmente, pero serán las carreras del siglo XXI. Al cierre de la actividad el docente podrá vincular en sus clases algunas habilidades como: pensamiento crítico, liderazgo, creatividad para dar soluciones de manera más dinámica a problemas cotidianos, indagación, trabajo en equipo, entre otras. Vinculando a los estudiantes en habilidades y alfabetización en competencias digitales.

El aula invertida o Flipped Classroom, es una estrategia que permite invertir el tiempo y roles de los estudiantes en las clases. Iniciando en 2007

⁸⁷Lic. en ciencias sociales y Máster en Historia, CEINFES, Bogotá, ceinfes.pyd.sociales2019@gmail.com

⁸⁸Lic. en matemáticas y Maestrando en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, CEINFES, Bogotá, ceinfes.pyd.matematicas@gmail.com.

por los docentes Jonathan Bergmann y Aaron Sams, al ver que los estudiantes por enfermedad no podían asistir decidieron grabar sus clases y enviarlo como material de apoyo. Ésta iniciativa fue replicada por los docentes para enseñar fuera del aula de clase, manteniendo en el aula el trabajo colaborativo, aclaración de dudas y realización de ejercicios. Los objetivos del aula invertida, un mayor aprovechamiento del horario de clase destinando mayor tiempo al trabajo en la casa y más de ejercitación y retroalimentación en la clase, el estudiante realice un acercamiento al contenido o temas que serán tratados en clase de manera previa por medio de recursos multimedia y al momento de la clase el docente pasa de ser el sabio de la clase por el guía que acompaña el aprendizaje, el estudiante recibe la realimentación inmediata de los conceptos más difíciles de la investigación que realizo. Pero también aquellos estudiantes que tienen dificultades tecnológicas, familiares o de aprendizaje pueden recibir ayuda más concreta del docente.

La vinculación de STEAM y Aula Invertida en el aula de clase complementan una alfabetización digital en los estudiantes, teniendo en cuenta que muchos de los materiales que son usados en el Aula Invertida se encuentran en internet o el docente con ayuda de algunas aplicaciones puede generar contenido propio para los estudiantes. La relación de estas dos estrategias: Aula Invertida permite que el estudiante conozca antes de la sesión el contenido y con ayuda de los retos en STEAM se coloque en práctica aquellos conocimientos que adquirieron los estudiantes y permita adquirir habilidades y competencias para trabajos futuros.

El taller está planeado para un máximo de 30 participantes, cuyo objetivo

principal es diseño y planeación de las clases usando las estrategias Aula Invertida y STEAM, logrando el aprendizaje significativo y una educación globalizada por medio de retos y una alfabetización digital por el uso continuo de herramientas multimedia.

Bienvenida y presentación. Presentación en video Beam.

Actividad de inicio. Una actividad para la distribución de grupo por medio de preguntas orientadoras y se conforman grupos de 5 integrantes.

Se realizará una serie de preguntas donde cada respuesta está definida por un color, finalizada la actividad cada participante tendrá un número determinado de colores y su habilidad sería con el color de mayor número. Definido los colores se forman los grupos de trabajo. Se realiza una situación problema “La tierra ha tenido cambios que causaron que los humanos buscaran nuevos mundos habitables, decidieron ir a Marte. Al momento de su llegada tienen que construir un lugar habitable, pero a diferencia de la tierra solo pudieron llevar recursos limitados mientras realizan una exploración del nuevo planeta para buscar nuevos materiales y recursos. Para cada grupo se le entregara un mapa de Marte en el cual se especifica el lugar en el cual deberán realizar cada reto, son 7 retos y están distribuidos en el mapa por fases.

Reto 1. Reto hoja de papel. Con 30 rectángulos de papel de colores y una cinta transparente, deberán construir una plataforma que cumpla dos condiciones: soportar el peso de un celular de los participantes y diseñar un mosaico o bandera que represente a Tunja. Esto dirigido a que la

plataforma será en la cual aterrice la nave espacial. (Adaptado de <https://babbledabbledo.com/science-for-kids-paper-building-blocks/>)

Reto 2. Plantas para regalar a los nuevos habitantes del planeta Marte. Enseñanza de un proceso químico por medio del diseño de flores (adaptado de

<https://www.giftofcuriosity.com/chromatography-flowers-using-coffee-filters-and-markers/>)

Objetivo: Habilidades de ingeniería, matemáticas y arte, entender porque el triángulo es la figura más importante en las construcciones, trigonometría y como el arte dio estética a las construcciones.

Actividad de énfasis.

Reto 3. Estructuras con tres elementos. Se construirá con cubos de madera, palitos de paleta y copas plásticas cinco edificios con un mínimo de 15 pisos, las cuales vivirán los habitantes que lleguen de la tierra. Pero estos cinco edificios deben cumplir los siguientes requisitos: la primera debe tener en su base un solo cubo y será construida con solo cubos y palitos; la segunda por cada piso impar deberá tener un solo cubo, su construcción se realiza con solo cubos y palitos; la tercera deberá tener una copa que sobresalga de la estructura, se realiza con los tres elementos; la cuarta deberá tener dos copas que

sobresalgan, se realiza con los tres elementos; el ultimo edificio deberá tener la mayor cantidad de copas que sobresalgan de la estructura, se realiza con los tres elementos.

Reto 4. Puente con cubetas de huevo. Con dos cubetas de huevos, pinceles,

bandas elásticas y dos reglas. Se deberá construir un puente elevado que lleve un carro de uno edificio a otro usando todos los materiales. (Adaptado de <https://frugalfun4boys.com/4-engineering-challenges-kids/>)

Objetivo: Evidencia habilidades en tecnología, ingeniería y ciencias. Al finalizar la actividad se pedirá que realicen una animación en la aplicación abcy y/o Thinglink.

Actividad de profundización.

Reto 5. Señales de la ciudad al estilo Batman. Como toda ciudad debe tener su señal de comunicación, para esto se diseñará la señal que alumbra con una linterna. De acuerdo a la orientación de la actividad se enseña el método científico. (Adaptado de <https://kidssteamlab.com/shadow-stem-preschool-activities/>).

Reto 6. Maquina RubeGoldberg. Con un video de presentación sobre un efecto encadenado, deberán realizar un circuito que permita que al lanzar una canica y por un circuito se prenda la señal de la ciudad.

Reto 7. Anillos de Saturno. Como enseñar a un niño de primaria porque Saturno tiene anillos. (Adaptado de <https://kidssteamlab.com/creative-kids-investigating-saturns-rings/>) Objetivo. Formular preguntas que orientan la actividad para la enseñanza del método científico. Enseñanza de conceptos básicos de mecánica clásica con ayuda de la maquina RubeGoldberg. Uso de la aplicación MyHistro, para hacer líneas del tiempo con la historia de la ciudad y como fue el cronograma de trabajo de cada integrante del grupo.

En el receso de cada actividad se mostrarán aplicaciones y páginas de internet que permite realizar material para facilitar la enseñanza en el aula.

- MyHistro, permite hacer líneas del tiempo con imágenes y ubicación en mapas con ayuda de Google Maps, también como una línea del tiempo permite realizar un cronograma de trabajo.
- Mindmeister, realizar mapas mentales con imágenes y videos incrustados.
- Piktochart, realizar infografías para mejorar el diseño de cómo se presenta la información.
- abcyA, diseño de animaciones o GIF.
- Genially, permite crear contenido interactivo.
- Phet, simuladores de ciencias y matemáticas.
- Playposit, permite que en los videos se realice una mayor interacción.
- Quivervision, trabajar con realidad aumentada.
- Tinkercad, diseño en 2D, 3D y construcción en bloques.
- Incredibox, aplicación para enseñar música con algo de historia.
- 94 grados, aplicación para estudiar ubicaciones y nombres.
- Crosswordpuzzlegames, diseño de crucigramas.
- Olesur, pagina para imprimir material educativo de matemáticos.
- Lab4physics, aplicación para experimentos de física.
- Thinglink, permite que a fotos y videos se le incrusten datos o imágenes, al pasar el cursor se despliega una ventana emergente con la información.
- Quizket, permite realizar actividades interactivas para realizar la evaluación de contenido.
- Kahoot, permite crear cuestionarios y que los participantes jueguen

en línea. Se puede ver como una competencia educativa.

- Educaplay, actividades interactivas como lo son: mapas interactivos, presentaciones, test, sopa de letras, ruleta de palabras, entre otras.
- Constructor 2.0, con ayuda de las plantillas predeterminadas que tiene, se pueden realizar actividades digitales.
- Plickers, realiza evaluaciones con más interactividad.

La intención es que los participantes experimenten algunos retos de STEAM, pero que también interactúen con páginas o herramientas que permitan el diseño y creación de contenido multimedia para el Aula Invertida.

Actividad de cierre: Video en Visual Thinking, con la síntesis del trabajo realizado. Evaluación usando Kahoot. Sesión de preguntas y conclusiones del taller. Encuesta de satisfacción Plickers.

Requerimientos, Cada participante debe tener en cuenta que para el taller:

- Contar con su propio Computador o tableta y acceso a internet, de manera individual, dado que el acceso a estos recursos en el marco del congreso es limitado.
- Descargar e instalar con anterioridad aplicaciones: Kahoot, QuiverVision, Plickers, 94 grados.

Bibliografía.

- Caballero Cortés, Á., Cárdenas Gómez, J., y Valle, J. (septiembre, 2016). La educación para la ciudad en la Unión Europea: perspectiva supranacional y comparada. JOURNAL OF SUPRANATIONAL POLICIES OF EDUCATION (5), 173-197.
- EduCaixa, (2016). STEAM + ARTS = STEAM. Obtenido de <https://www.educaixa.com/-/stem-arts-steam>
- Convert, B. (2005). Europa y las crisis de vocaciones científicas. Revista Europea (35), 8-12.
- Microsoft Educación. (05 de 12 de 2018). Creatividad y aprendizaje STEM. Obtenido de <https://www.microsoft.com/es-xl/education/products/education-apps/default.aspx>
- e-motiva. (2012). Factores influyentes en la elección de estudios científicos, tecnológicos y matemáticos. Visión de los estudiantes de 3º y 4º de ESO y bachillerato. Catalunya: Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya.
- European Schoolnet. (2009). Scientix. Obtenido de <http://www.scientix.eu/home>
- Burgos, F., García, Y. y Reyes, D. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. Revista Electrónica Diálogos Educativos (33), 35-46.
- Gift of Curiosity. (2019). 15 engineering challenges kids love {STEAM}. Obtenido de <https://www.giftofcuriosity.com/engineering-challenges-for-kids-steam/>
- Gómez Quintero, L. M. (2017). Cultura STEAM y la educación para el

siglo XXI. Ruta Maestro Ed.18, 72-78.

- Humano Digital (20 de mayo de 2011). 150 herramientas gratuitas para crear materiales educativos con tics. Obtenido de <http://www.humanodigital.com.ar/150-herramientas-gratuitas-para-crear-materiales-educativos-con-tics/#.XGGuMFVKjcv>
- KidsSTEAMLab (2019). STEAM Activities for Kids. Obtenido de The Quick Start Guide to STEAM Activities for Kids: <https://kidssteamlab.com/steam-activities-for-kids/>
- Carrión, H. y López, H. (2016). Educación STEM. El desafío del futuro que enfrentamos hoy. Quito: Instituto Santa Fe.
- Master's in Data Science (14 de Julio de 2014). The Ultimate STEM Guide for Kids: 239 Cool Sites About Science, Technology, Engineering and Math. Obtenido de https://www.mastersindatascience.org/blog/the-ultimate-stem-guide-for-kids-239-cool-sites-about-science-technology-engineering-and-math/#Math_Games_and_Apps
- Proyectos eficaces para fomentar las vocaciones científico-tecnológicas (STEM). (2014). Madrid: Fundación Telefónica.
- Rhode Island School of Design. (2019). STEM to STEAM. Obtenido de <http://stemtosteam.org/about/>
- Andrade, M., Gutschank, J., Richter, J. y Schriek, B. (2016). istage 3. FÚTBOL EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS. Berlín: Science on Stage Deutschland e. V.
- Rogers, S. (Agosto de 2014). Brain Power Boy. Obtenido de Play and

Learn with Rube Goldberg Machines.

- Sarah. (20 de Enero de 2017). Frugal Fun for Boys and Girl. Obtenido de 25 AWESOME STEM CHALLENGES FOR KIDS (WITH INEXPENSIVE OR RECYCLED MATERIALS!): <https://frugalfun4boys.com/awesome-stem-challenges/>
- Tourón, J. (18 de septiembre de 2017). Recursos para una educación STEAM y un aprendizaje por proyectos. Obtenido de JAVIER TOURÓN: <https://www.javiertouron.es/recursos-para-una-educacion-steam-y-un/>
- Duque, M., Gómez, M. y Uzcanga, I. (2015). Llevando las Ciencias, la Ingeniería, la Tecnología y la Matemática a la Escuela: Pequeños Científicos. 13th LACCEI Annual International Conference: "Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?". Santo Domingo. DOI
- Vásquez, A. (2014). Hacia un perfil docente para el desarrollo del pensamiento computacional basado en educación STEM para la media técnica en desarrollo de software (Tesis de maestría). Universidad EAFIT. Medellín.

4.1.3. Taller: Modelo de evaluación adaptativa (MOEVA)

CristianHarrisonOrjuelaRoa⁸⁹, WilsonErnestoMenesesHoyos⁹⁰.

Palabras clave: MOEVA, red bayesiana, aprendizaje adaptativo.

MOEVA es un modelo que analiza los datos, ya sean de exámenes, quiz, evaluaciones y/o test, para adaptarse al proceso y anticiparse al aprendizaje del estudiante, la evaluación regular por ítems no tiene en cuenta el perfil del docente y la evaluación adaptativa permite vincular los resultados de múltiples formas con un único proceso y además permite medir el progreso del estudiante. Los objetivos del taller son: diseño de evaluaciones por medio de la red bayesiana en la cual la decisión de las preguntas es acorde al nivel alcanzado en la pregunta anterior; tener en cuenta que la evaluación debe tener en cuenta el perfil del estudiante y sus habilidades; la dificultad de las preguntas y su respectiva respuesta predice la selección de la siguiente; su aplicación puede realizarse en la enseñanza de las ciencias en el aula, educación a distancia y escenarios de tutoría.

Durante mucho tiempo, las evaluaciones se realizaron principalmente en formatos a papel, pero desde finales de 1980, con la rápida diseminación de computadores, los formatos de evaluación se han adecuados a las computadoras (López, et al. 2014). En términos de evaluación mediada por

⁸⁹Lic. en Biología, CEINFES, Bogotá, ceinfes.pyd.herramientas@gmail.com

⁹⁰Lic. en Matemáticas y Maestrando en educación, CEINFES, Bogotá, ceinfes.pyd.primaria@gmail.com.

tic, los test informatizados (TI) son instrumentos que, con propiedades psicométricas conocidas, se responden desde un computador a fin de estimar la habilidad o rendimiento de una persona (Olea y Ponsoda, 2002). los test adaptativos informatizados (TAI), puestos a prueba primariamente por Weiss (1974), consisten en la selección de forma automática y en dificultad dinámica de los ítems más apropiados para cada sujeto, de tal manera que éstos son seleccionados por medio de un algoritmo, según el nivel que progresivamente va manifestando en el transcurso del desarrollo de la prueba el examinado, con la sustancial reducción en los tiempos de aplicación que demandan los test no adaptativos (Olea y Ponsoda, 2002; sierra, et al. 2007). En la actualidad, el Test Of English as a ForeignLanguage (TOEFL), el GraduateRecord Exam (GRE) o el ArmedServicesVocationalAptitudeBattery (ASVAB) disponen de versiones de esta modalidad (Toledo y Benítez, 2013).

El objetivo de una evaluación en entornos educativos consiste en cuantificar, para cada evaluado una determinada variable, llamada rasgo. Puede tratarse de la capacidad para aplicar el conocimiento adquirido, comprensión o cualquier otro tipo de habilidad latente (López, J. 2008). Así, estas evaluaciones o TAI constituyen el siguiente nivel de estas pruebas realizadas en un ambiente computacional, y básicamente muestran un esquema en el que las preguntas no siguen un patrón fijo, sino que, por el contrario, se amoldan a las necesidades de los evaluados a partir de distintos aspectos (López, et al. 2014; Weiss, 2004). Una evaluación tipo TAI, por tanto, se compone de un banco de ítems calibrado a partir de la

TRI, un procedimiento de estimación del nivel de habilidad y selección sucesiva de ítems (Sierra, et al. 2007). Todo TAI requiere para su funcionamiento de dos componentes básicos: un banco de ítems calibrados desde un modelo de la TRI y un algoritmo adaptativo informatizado (Lozzia y Attorresi, 2012)

El taller está planeado en cinco momentos y un máximo de 30 participantes sin importar el área de conocimiento, el objetivo del taller es diseñar e implementar MOEVA en el aula de clase.

Bienvenida y presentación. Presentación en video Beam.

Actividad de inicio. Se forman grupo de cinco participantes (máximo) y se realiza el reto “la combinación perfecta”, el propósito de la actividad es sensibilizar frente al concepto de red bayesiana. cada grupo recibe un paquete que contiene las figuras del menú (desayuno – 3 opciones-, almuerzo – 3 opciones-, refrigerio – 2 opciones- y cena – 3 opciones-). Son diferentes para cada grupo. Sobre un pliego de papel periódico cada grupo pegará los platos y construirán la red de forma vertical, de arriba-abajo en el orden: desayuno, almuerzo, refrigerio, y cena; cada integrante deberá escribir su nombre según la elección. Esta actividad termina con una reflexión donde los participantes se les pregunta: ¿por qué los participantes no tomaron la misma elección?, para llevar a construir entre toda la importancia de evaluar desde la particularidad (homogeneidad) y no desde la generalidad (heterogeneidad).

Actividad de énfasis: Presentación de los elementos básicos de MOEVA: ¿De dónde viene el concepto? ¿Qué es? ¿Cuál es su referente teórico? ¿Cómo se aplica? el recurso contiene preguntas intercaladas que los participantes irán respondiendo en simultánea, usando Plickers como herramienta de evaluación. La presentación estará montada en Nearpod, para visibilizar las preguntas. Estas se responderán desde Plickers y se regresará nuevamente a la presentación para que el moderador la responda allí y continúe. Se realiza el reto “los dispositivos electrónicos y las redes sociales”, a través del computador y siguiendo las indicaciones, cada participante realizará una prueba adaptativa. La reflexión de esta actividad es que en grupos revisarán lo que paso en la prueba, el moderador pregunta a los grupos si todos respondieron las mismas preguntas. Se evidencia a través de este ejercicio cómo la prueba se adaptó al desempeño o habilidad de cada participante.

Actividad de profundización: Casos de éxito: presentación con algunos casos. ¿Cómo se construyó la evaluación adaptativa “los dispositivos electrónicos y las redes sociales”?: se presenta en una imagen la forma cómo se diseñó la prueba (diagrama de árbol con la interacción entre las preguntas correctas/incorrecta) y las preguntas en archivo Word. Luego

de la explicación, cada grupo recibe: una copia en físico con las interacciones (correcto/incorrecto) de la evaluación “los dispositivos electrónicos y las redes sociales”. Ahora el reto es “crear una evaluación adaptativa”, proyectar el video que explica cómo montarlo en moodle. A

partir del video que se encuentra disponible en la plataforma, cada equipo monta su prueba. Se les entregara 12 preguntas de un área (matemáticas, física, química y biología), además 4 preguntas por cada nivel de dificultades (bajo, medio y alto) y un formato en PowerPoint para realizar el diagrama de árbol.

Actividad de cierre: Video en Visual Thinking, con la síntesis del trabajo realizado. Sesión de preguntas y conclusiones del taller. Encuesta de satisfacción (aplicación de Plickers).

Requerimientos participantes: Cada inscrito al taller debe contar con su propio Computador o tableta y acceso a internet, de manera individual, dado que el acceso a estos recursos en el marco del congreso es limitado.

Bibliografía.

- Attorresi, H. y Lozzia, G. (2012). Especificación del algoritmo para un test adaptativo informatizado de analogías verbales. Summa psicológica ust, 9(2), pp. 15-23.
- López, J. (2008). Evaluación mediante test adaptativos informatizados en el contexto de un sistema adaptativo para el aprendizaje de la lengua vasca. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/45222222_evaluacion_mediante_test_adaptativos_informatizados_en_el_contexto_de_un_sistema_adaptativo_para_el_aprendizaje_de_la_lengua_vasca.
- López, R; Méndez, F. y Sanmartín, P. (2014). Revisión de las evaluaciones adaptativas computarizadas (cat). Educación y humanismo,

16(26), pp. 27-40.

- Olea, J. y Ponsoda, V. (2002). Test adaptativos informatizados. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/265040034_test_adaptativos_informatizados.
- Hernández, F.; Sarmiento, L; Sierra, F. y Valdelamar, J. (2007). Test adaptativos informatizados. Avances en medición, 5(1), pp.157-162.
- Benítez, E.; Cruz, N.; Mezura, C. y Toledo, G. (2013). Modelo de evaluación adaptativa y personalizada mediante razonamiento probabilista. Recuperado de <https://docplayer.es/16128419-modelo-de-evaluacion-adaptativa-y-personalizada-mediante-razonamiento-probabilista.html>.
- Von Minden, S. y Weiss, D. (2011). Measuring individual growth with conventional and adaptive tests. Journal of methods and measurement in the social sciences, 2(1), pp. 80-101.
- Weiss, D. (2004). Computerized adaptive testing for effective and efficient measurement in counseling and education. Measurement and evaluation in counseling and development, 37(2), pp. 70-84.

4.1.4. Las TAC en la resolución de problemas de Matemática Recreativa

Juddy Amparo Valderrama Moreno, Daniel Moreno Caicedo

Palabras clave: Pensamiento Matemático, tecnologías digitales, resolución de problemas, Matemática Recreativa.

Para iniciar es relevante retomar la importancia que ha tenido la incursión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los métodos de enseñanza, ya que son estas quien hacen parte de la cotidianidad de los estudiantes y se hace necesario el equipar al individuo en el manejo de estas. Sin embargo, en educación no solo es necesario equipar en el manejo de las TIC, sino el revisar lo correspondiente al uso adecuado con fines pedagógicos donde mejore los procesos de enseñanza y se pueda determinar mejores desempeños con mayor impacto de aprendizaje de los estudiantes. Razón por la cual se hace referencia no en las TIC sino en Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), puesto que como mencionó Lozano (2011), son las TAC quienes hacen posible enseñar más y de mejor manera. Por otro lado, Casablanco (2014) manifiesta sobre la importancia del uso adecuado de las mismas en un contexto educativo, desligando el uso de las TIC como sinónimo de innovación educativa, puesto que, esto no es automático sino requiere un trabajo organizado, innovar en pedagogía es calidad más innovación; es investigar en las prácticas escolares donde se tenga un proceso riguroso de

aprender y se enseñar. En conclusión, no se trata simplemente de utilizar la tecnología en el aula de matemáticas, sino de sacar el mayor provecho para lograr un impacto significativo en el aprendizaje de los estudiantes.

Este taller pretende mostrar el uso del software matemático GeoGebra como socio cognitivo para validar los aciertos y refutar con argumentos matemáticos la resolución de problemas de Matemática Recreativa, puesto que se muestra una forma del uso de las tecnologías digitales en el aula, como medio donde la actividad matemática está enriquecida en el desarrollo de procesos como visualización, comunicación, argumentación y razonamiento de tal forma que la modelación matemática o matematización se evidencie a partir de la institucionalización del saber y para esto se hace necesario no solo saber utilizar la tecnología, sino que se realice una interacción entre software, el estudiante en la realización de tareas enriquecidas con conocimiento matemático y el profesor.

Pero este trabajo es producto de un recorrido hecho desde dos Comunidades de Práctica (CoP), las cuales están adscritas al grupo de Investigación Educación Matemática EDUMAT- UIS que desde el año 1999 ha buscado enriquecer el discurso del profesor en el uso de tecnologías digitales en la enseñanza y el aprendizaje, al igual que en la resolución de problemas de Matemática Recreativa. Al parafrasear a Wenger (1998) las CoP son un grupo de personas que comparten un interés común y que profundizan su conocimiento. En consecuencia, semanalmente profesores

de diferentes colegios, estudiantes y egresados de la licenciatura en Matemática de la Universidad Industrial de Santander se reúnen con el objetivo de fortalecer el discurso de Matemático Escolar (dME) y mejorar su praxis tanto en tecnologías como en Matemática Recreativa.

Los problemas de Matemática Recreativa potencian el desarrollo del Pensamiento Matemático respondiendo a lo planteado por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) tanto en los Lineamientos Curriculares como en los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas, donde se plantea la unidad de la enseñanza como la triada contenidos o pensamientos, procesos y contexto (MEN, 1998, 2006). En consecuencia, se debe potenciar el desarrollo de los procesos de ejercitación de procedimientos, comunicación, razonamiento, modelación y la resolución de problemas abordando una matemática

contextualizada en sí misma y en otras ciencias. En razón a esto se plantea la enseñanza de la matemática bajo el abordaje de resolución de problemas, para que una situación sea pensada, solucionada, argumentada, comunicada desde la matemática. A sí mismo, la actividad matemática tiene componentes de experimentación, visualización y razonamiento al ser modelada en el software GeoGebra como medio. Por otro lado, Gardner (2011), plantea que resolver problemas de Matemática Recreativa potencia el desarrollo de altos niveles de pensamiento a pesar de que se requiera poco conocimiento matemático. En conclusión, el uso de la tecnología permite verificar la validez de la solución de una situación

problemas e institucionalizar el saber. También (Villareal, 2010) plantea que el uso de la tecnología en la resolución de problemas simplifica los procesos mecánicos y permite dedicar más tiempo a los procesos de la solución como a entender el problema, la estrategia y los procedimientos. En respuesta a lo anterior el objetivo de este taller es aportar al dME de profesores y estudiantes a partir de la resolución de situaciones problema de Matemática Recreativa como potenciador del desarrollo del Pensamiento Matemático. Su abordaje se realizará desde la didáctica propia: interpretar, razonar, solucionar, conceptualizar y comunicar matemáticamente y se requiere una preinstalación del software GeoGebra (classic 5.0).

Al tener en cuenta los tiempos programados para los talleres, se desarrollará en tres momentos, inicialmente la inducción del uso de software (GeoGebra) como medio en la didáctica, un segundo resolución de problemas de Matemática Recreativa y una tercera socialización de los participantes sobre la aplicación en el aula. En la primera sesión los tiempos son 30, 60 y 30 y para una segunda 15, 70, 35 minutos respectivamente.

A continuación, se muestra la didáctica para el abordaje de los problemas de Matemática Recreativa, se determina en 5 pasos y su objeto es desarrollar procesos propios de la enseñanza de la matemática; cabe resaltar que el paso a paso no es fragmentado sino secuencial y emerge en la medida que se apropie del uso de GeoGebra como socio cognitivo en la resolución de los problemas:

- Paso 1. Interpretar. Es iniciar identificando claramente la pregunta del problema, la cual no siempre está de forma explícita.
- Paso 2. Razonar. Al tener claridad en la pregunta del problema, se determinan los datos que se tienen de forma explícita e implícita.
- Paso 3. Estrategia. Toda solución de problema requiere una estrategia, en ocasiones se pretende resolver queriendo utilizar matemática refinada sin analizar la pregunta y los datos que plantea el problema. El proceso de solución puede tener diferentes estrategias, cuya finalidad es tener argumentos a la luz del saber matemático para validar dicha solución.
- Paso 4. Conceptualizar. De acuerdo con la estrategia planteada y validación acertada, se busca determinar cuales conceptos y propiedades matemáticas fueron utilizadas en la solución.
- Proceso 5. Comunicar. En este último proceso se pretende que no solo se determine una solución del problema, sino que la persona se haga entender con argumentos y lenguaje propio de la matemática y que mancomunadamente se institucionalice el saber.

Finalmente se puede concluir, que el uso de la tecnología no solo permite reflexionar sobre la resolución de un problema, sino que, valida su solución con saber matemático desde una perspectiva constructivista, puesto al ser visto GeoGebra como un medio donde se fomenta la experimentación, la visualización y el razonamiento matemático en una solución se puede validar las diferentes estrategias de solución en un lenguaje matemático.

Referencias Bibliográficas

- Casablanco, S. (2014). De las TIC a las TAC, un cambio significativo en el proceso educativo con tecnologías. Revista Virtualidad, Educación y Ciencia (VEC). Volumen (5) 106-109
Recuperado de
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/9926/10601>
- Gardner, M. (2011). Matemáticas para todos (y códigos ultrasecretos). Barcelona, España: RBA Libros, S.A.
- Lozano, R. (2011). De las TIC a las TAC: tecnologías del aprendizaje y el conocimiento. Anuario ThinkEPI. Volumen (5) 45-47
Recuperado de
<https://recyt.fecyt.es/index.php/ThinkEPI/article/view/30465/16032>
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). Lineamientos curriculares de Matemáticas. Recuperado de
https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas. Recuperado de
https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf2.pdf
- Wenger, E. (1998). Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity. Cambridge: Cambridge University Press.

- Villareal, G. (2010). Caracterización del uso de la tecnología, por profesores y alumnos, en resolución de problemas abiertos en matemática (tesis doctoral). Universidad de Barcelona.