



REVISTA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

San José de Cúcuta, diciembre de 2011 No. 2
ISSN 0122-820X

Publicación científica que presenta la producción de trabajos de investigación de la Universidad Francisco de Paula Santander y la comunidad científica en general.

Está abierta a artículos de investigación e innovación, de revisión y reflexión de todas las ramas del saber, cuya calidad será determinada por la valoración de pares expertos.

Periodicidad

Semestral

Presentación

Todos los artículos recibidos se someten antes de su publicación a la revisión crítica de pares evaluadores externos.

Los autores de los trabajos asumen toda responsabilidad que pudiera derivarse de los mismos.

Los artículos publicados en esta revista se pueden reproducir total o parcialmente, citando la fuente y el autor.

Diseño, diagramación e impresión

Offset La Opinión S.A. 5710632
Cúcuta, Colombia

Admitida en el Índice Bibliográfico Nacional
PUBLINDEX, Colciencias, categoría C.

Directivos Universidad Francisco de Paula Santander

Hector Miguel Parra López
Rector

Jesús Ernesto Urbina Cárdenas
Vicerrector Académico

Sergio Ivan Quintero Ayala
Vicerrector Administrativo

Carlos Humberto Acevedo Peñaloza
Vicerrector de Bienestar Universitario

Jorge Sánchez Molina
Vicerrector Asistente de Investigación y Extensión

Olga Marina Vega Angarita
Vicerrector Asistente de Estudio

Coordinación y dirección general

Jorge Sánchez Molina, M.Sc.

Comité editorial

Pablo Pastor Mogollón Sánchez, Ph.D.
Universidad Francisco de Paula Santander

José Ignacio Huertas, Ph.D.
Centro de Investigación en Ingeniería Automotriz-CIMA. Tecnológico de Monterrey

Florentino Malaver Rodríguez, Ph.D.
Pontificia Universidad Javeriana

José Humberto Escalante, Ph.D.
Universidad Industrial de Santander

Jesús Ernesto Urbina Cárdenas, M.Sc.
Universidad Francisco de Paula Santander

Jorge Fernando Márquez Peñaranda, M.Sc.
Universidad Francisco de Paula Santander

Comité científico

Carmen Leonor Barajas, Ph.D.
Universidad Francisco de Paula Santander

Héctor Jaime Dulce Moreno, Ph.D.
Universidad Francisco de Paula Santander

Wencel De la Cruz Hernández, Ph.D.
Universidad Nacional Autónoma de México

Marco Antonio Márquez Godoy, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

Corrector de estilo

Lic. Fernando Andrés Chelle Pujolar

Editor

Gabriel Peña Rodríguez, Ph.D.

Ing. Yebraíl Alexis Romero Arcos

Reconocimiento a pares evaluadores año 16 No. 2 / 2011

M.Sc Aracely García Cuan

M.Sc Gustavo Echeverri Jaramillo

Ph.D Markus Döbbelin

Ph.D Dairo Hernán Mesa Grajales

Ph.D Enrique Vera

Ph.D Miguel Ángel Meléndez Lira

Ph.D Armando Sarmiento Santos

Ph.D Hector Jaime Dulce

M.Sc Jose Duardo Jiménez Díaz

M.Sc Francisco Pérez N.

Ph.D Vivian Libeth Uzuriaga López

Ph.D Eliécer Aldana Bermúdez

Lic. Glenia Mercedes Oñate Díaz

M.Sc Diego Fernando Barragán Giraldo

Contenido

Editorial	4
Intervención didáctica para promover el aprendizaje de las matemáticas, en niños con discalculia	5
Didactic intervention to promote children mathematics learning with dyscalculia	
Propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas de la perovskita BiRO ₃	14
Structural, electronic and magnetic properties of the BiRO ₃ perovkite.	
Producción de un inoculante a base de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal	20
Production of an inoculant based in plant growth promoting rhizobacteria	
Resistencia a la corrosión marina en aceros austeníticos tipo fermanal (15,8Mn – 6,45Al – 5,56Cr – 0,358C)	30
Corrosion behavior of steels austenitic fermanal type (15,8 mn – 6,45 al – 5,56cr – 0,358c) in chloride solution	
Efecto de fibras micro y nanométricas de carbono en el comportamiento dinámico-mecánico y tribológico de la poliéter-éter cetona	37
Effect of micro and nanometer carbon fibers in the dinamic-mechanical and tribological behavior of the polyether-ether ketone	
Responsabilidad Social Corporativa (RSC) y Desarrollo Sostenible: una mirada desde la Declaración de Rio de 1992	45
Corporate Social Responsibility (CSR) and Sustainable Development: a view from the 1992 Rio Declaration	
Concepciones de justicia analizadas desde la idea de igualdad propuesta en la teoria de justicia de John Rawls*	60
Conceptions of justice review from the idea of equality proposes on the theory of justice by John Rawls	

Editorial

Análisis de los indicadores generales de Publindex 2002 – 2010

Gabriel Peña Rodríguez¹

Publindex, es un sistema de información del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS), encargada en el ámbito Nacional de la Indexación y la Homologación de revistas especializadas en Ciencia, Tecnología e Investigación (CT+I). Dependencia, que administra la Base Bibliográfica Nacional (BBN), o listado de las revistas Colombianas indexadas, y las revistas extranjeras homologadas, según los criterios de existencia, calidad científica y visibilidad establecidos en sus políticas.

Como herramienta de apoyo a los editores e investigadores del País, Publindex a mediados del mes de octubre de 2011, teniendo en cuenta la información de la BBN en el periodo de 2002 a 2010, presentó indicadores de las revistas nacionales por categorías (A1, A2, B y C), áreas de la ciencia según la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y tipo de institución editora. De este informe, se aprecia un incremento del 308 %, pasando de 91 revistas indexadas en el 2002 a 372 para el 2010. Se observa una disminución en el porcentaje de revistas indexadas en la categoría C (81,3 % en el 2002 a 56,7% en el 2010), lo cual contrasta con el aumento de los porcentajes de las revistas indexadas para la categoría B (7,7 % en 2002 a 17,7 % en 2010), categoría A2 (9,9% en 2002 a 19,4 % en 2010) y categoría A1 (1,1% en 2002 a 6,2% en 2010), reflejándose los esfuerzos de los editores por cumplir las exigencias de Publindex para ascender a otras categorías .

De los datos reportados por áreas de la ciencia según la OCDE, se infiere que las dos áreas que tienen la mayor cantidad de revistas indexadas en este periodo, son las *ciencias sociales* (29 al 38%) seguidas de las *ciencias médicas y de la salud* (17 al 22%). Las áreas que presentan el menor número de revistas son *ciencias agrícolas* (5 al 8 %), y las *multidisciplinarias* (2 al 6 %), mientras que el área de *ingeniería y tecnología*, reporta un porcentaje que oscila entre el 9 al 13 %. Lo anterior indica, que en el País, las dos áreas donde hay mayor cantidad de grupos de investigación son las *ciencias sociales*, y las *ciencias médicas y de la salud*, información que se pudo confirmar, al consultar la plataforma ScienTi-COLCIENCIAS, donde efectivamente estas dos áreas son las que tienen el mayor número de grupos de investigación como actividad principal, 1945 y 769 grupos respectivamente.

Al analizar las instituciones editoras de las revistas se observa que las Instituciones de Educación Superior (IES) privadas han ido incrementado el porcentaje de edición de las revistas indexadas, pasando del 29% para el año 2002, al 49 % en el 2010. Mientras que las IES públicas han decrecido en el número de revistas indexadas, pasado del 52% en el 2002, al 40% para el año 2010. Habría que revisar, si este incremento de las revistas editadas por las IES privadas, se da en las de mayor categoría (A1), información que no se aprecia en el listado publicado por Publindex para este periodo. Sin embargo, para las IES públicas, es un indicador que debe servir en la toma de decisiones de investigación y publicación, a los gestores de investigación (Vicerrectores), editores e investigadores.

En general estos indicadores, han permitido a Publindex trazar algunas políticas que serán aplicadas en los próximos años, en las cuales se destacan: medir la visibilidad de los Sistemas de Indexación y Resumen (SIR) para todas las revistas desde las categorías C hasta las A1; las revistas indexadas en las categorías A1 y A2, deben estar en los cuartiles uno y dos (Q1 y Q2) del Journal Citation Reports (JCR) y del ISI-SCI (Institute for Scientific Information - Science Citation Index), o de Scimago-SCOPUS; la categoría B, se pretende dividir en B1 y B2, según los SIR donde sean visibles dichas revistas, para la B1, la revista debe estar indexada en un índice regional (Scielo-Redalyc) o el cuartil cuatro (Q4) del ISI o SCOPUS, mientras que la B2, debe pertenecer a dos Bases Bibliográficas con Comité de Selección (BBCS); para las revistas en la categoría C, se incrementa el número de artículos de investigación e innovación de 9 a 12 por año, y el 75% de los artículos deben ser externos a la institución editora; todas las revistas deben tener pagina web y adoptar el Open Journal System (OJS), que es un sistema (software libre) de administración y publicación de revistas y documentos seriados en Internet.

¹Doctor en ingeniería de materiales. Profesor adscrito al departamento de física-UFPS. Investigador CIMAC-UFPS.

Intervención didáctica para promover el aprendizaje de las matemáticas, en niños con discalculia

Andrea Carolina Rojas Suarez¹ | Adriana Patricia Contreras Hernández¹ | Mayra Alejandra Arévalo Duarte²

Recibido:
Abril 23 de 2011

Aceptado:
Diciembre 2 de 2011

Resumen

Este estudio tiene como propósito favorecer el aprendizaje de las matemáticas en niños con discalculia mediante el desarrollo de estrategias didácticas. La metodología investigativa se enmarca dentro del paradigma cualitativo, con un método etnográfico de tipo exploratorio. Su objeto de estudio requiere ser abordado a partir del registro de observaciones del desenvolvimiento de los estudiantes con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas a través del desarrollo de pruebas en esta área. Las categorías abordadas corresponden a factores que intervienen en el aprendizaje, las alternativas de enseñanza, el aprendizaje de las matemáticas en niños con discalculia y actividades matemáticas de acuerdo al pensamiento numérico, las cuales marcaron la ruta de ejecución para abordar el objeto de investigación. Finalmente, se concluye que las estrategias utilizadas permitieron al estudiante no sólo conocer el tema a partir del proceso desarrollado sino al mismo tiempo reforzar y mantener constante su motivación y participación en el aprendizaje de esta área fundamental en el currículo escolar.

Palabras clave: Aprendizaje, discalculia, estrategias didácticas, pensamiento numérico, paradigma cualitativo.

Abstract

This study was aimed to encourage the learning of mathematics in children with developmental dyscalculia through education and teaching strategies. The research methodology is framed within the qualitative paradigm, with an exploratory ethnographic method, as its object of study needs to be addressed from the observational record of the development of students with learning difficulties in mathematics through the development of evidence in this area. The categories addressed relate to factors that affect learning, alternative teaching, learning mathematics in children with dyscalculia and mathematics activities according to numerical thinking, which marked the path of execution to address the subject of investigation. Finally, we conclude that the strategies used allowed the student not only know the subject from the process developed but at the same time, enhance

¹Licenciada en
Matemáticas e Informática
UFPS

²Docente UFPS.
mayraarevalo@ufps.edu.co

and maintain constant motivation and participation in learning in this key area in the school curriculum.

Keywords: *Learning, dyscalculia, teaching strategies, numerical thinking, qualitative paradigm.*

Introducción

A lo largo de la vida escolar, algunos estudiantes muestran necesidades específicas en su proceso de aprendizaje: requieren una explicación adicional en relación con algún contenido, demandan nuevos procesos como consecuencia de la rapidez en la consecución de las metas establecidas en comparación con el grupo en general, manifiestan dificultad en la adquisición y uso de la lectura, escritura, razonamiento lógico, habilidades matemáticas o demuestran intereses significativamente diferentes al grupo. Estos estudiantes, generalmente, son considerados diferentes en el aula de clase y las soluciones dadas, por parte de sus maestros, han sido, en algunas ocasiones, la remisión a los servicios especiales ajenos al sistema escolar como consecuencia de un diagnóstico realizado con escasa profundidad educativa, o en los mejores casos, la modificación ligera de la metodología de trabajo en el aula de clase sin ningún sentido, ni objetivo de aprendizaje.

En la actualidad y ante este panorama, el sistema educativo ha planteado cambios significativos tanto en las prácticas docentes habituales como en la concepción y diseño de los servicios educativos. Para los dos casos, las escuelas deben aunar esfuerzos y prepararse para asumir el reto de atender a estudiantes que demanden una dificultad especial, y para asumir la profunda transformación que exige la sociedad actual. A partir de esta necesidad, el nuevo concepto de “dificultades de aprendizaje” cambia de forma considerable,

recogiendo nuevas expectativas y nuevas prácticas docentes que favorecen la inclusión de los niños, especialmente los que presentan este tipo de necesidades, aclarando, que no se trata de impedimentos visuales, auditivos, retraso mental u otros que requieran unas condiciones educativas especializadas. Por consiguiente, el maestro debe tener la capacidad de atender estas dificultades de forma natural, cálida y con una pedagogía, que permita el desenvolvimiento normal de la vida escolar, sin necesidad de retrasar el proceso de aprendizaje de los niños. Frente a estas circunstancias, el maestro debe reflexionar y determinar los aspectos específicos que propicien el proceso de aprendizaje, cuestionando los factores que intervienen en su práctica pedagógica.

El presente estudio, inscrito en la línea de investigación de “enseñanza de las matemáticas”, plantea como pregunta central determinar ¿Por qué es importante utilizar estrategias didácticas que faciliten el aprendizaje de las matemáticas en niños con problemas de discalculia? Y tiene como propósito, favorecer el aprendizaje de las matemáticas en niños con problemas de discalculia mediante el desarrollo de estrategias pedagógicas y didácticas, contribuyendo a desarrollar el pensamiento complejo a partir del diseño y resolución de problemas, aplicación de conceptos y habilidades matemáticas en la toma de decisiones y evaluación de los procesos realizados para aprender de estos. El desarrollo y fortalecimiento de estos procesos son fundamentales en el caso de los niños con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas (DAM), especialmente en los

Intervención didáctica para promover el aprendizaje de las matemáticas, en niños con discalculia

niños con problemas de discalculia, ya que sus dificultades aumentan cuando las actividades están enfocadas al desarrollo de procesos que requieren de pensamiento complejo.

Es importante que los docentes tengan presente que las matemáticas son consideradas habitualmente “difíciles” por los estudiantes de cualquier nivel educativo. Razón por la cual Brunner (1995) propone que el aprendizaje de conceptos matemáticos se introduzca a partir de actividades simples, que los estudiantes puedan manipular para descubrir sus principios y la posibilidad de soluciones. Según este autor, la enseñanza de la matemática promueve que se trabaje con objetos concretos antes de pasar a realizar procesos de abstracción. En el nivel de primaria, la matemática escolar ha de realizarse de modo que los alumnos se apropien de los conocimientos esenciales y desarrollen las habilidades que les permitan aplicar de forma independiente sus conocimientos para resolver los problemas del entorno social. Es así como la presente investigación expone la necesidad de diseñar o adecuar actividades y recursos didácticos que vayan de la mano con una metodología de enseñanza y aprendizaje para la búsqueda del favorecimiento de experiencias significativas en el aprendizaje del área.

En el marco de los referentes teóricos, se establece la necesidad de caracterizar a los niños con problemas de discalculia y establecer las posibles causas para determinar las formas de intervención pedagógica y didáctica que se puede realizar desde la escuela.

En cuanto al problema de discalculia o trastorno del cálculo (American Psychiatric Association -APA, 1987), se tiene que este término hace referencia a un problema de tipo cognoscitivo en la niñez que afecta la adquisición normal de las habilidades matemáticas. Según Vázquez, (2007), siempre que un niño con capacidades intelectuales normales presenta una dificultad específica en el proceso de aprendizaje de las matemáticas se le atribuye la culpa a la “dificultad que conlleva la materia” o simplemente a que “no

se le enseña bien”. Sin embargo, al igual que hay un trastorno del aprendizaje relacionado con la lectura denominado dislexia, también se da un trastorno del aprendizaje que incide en el rendimiento de las capacidades de cálculo aritmético: la discalculia. Una disfunción que afecta a un porcentaje de la población infantil (entre el 3% y el 6%). La edad para detectar un problema de discalculia está entre los seis y los ocho años de edad, momento en que se introducen las matemáticas como materia independiente y se puede comparar el rendimiento de unos niños con otros.

Según Coll (1993), hablar de niños y jóvenes con problemas de discalculia es considerar a un grupo heterogéneo que presenta una característica común: “bajo rendimiento en matemáticas”, pero que difieren en las causas. Algunas variables asociadas a estas causas son: dificultad para concentrarse en clase, impulsividad, problemas de autoestima, de motivación, malos hábitos de estudio, preocupación por bajo rendimiento, cambio de escuela, rechazo por parte de los compañeros, factores familiares o cualquier otra preocupación en particular. Sin embargo, Alarcón et al. (1997), afirma que los problemas de discalculia también obedecen a un fuerte componente genético con el que se combinan además factores ambientales.

De acuerdo a lo anterior, se establece que la metodología didáctica pertinente para la atención de los niños con problemas de aprendizaje gira alrededor del concepto de “adaptación curricular”, que consiste en ajustar el programa educativo común a las posibilidades y necesidades que demande el estudiante, es decir, se deben identificar las fortalezas, debilidades y necesidades educativas de los estudiantes para planear y organizar el currículo: contenidos, metodología, estrategias y sobre todo los procesos de evaluación.

Los currículos inclusivos se construyen de manera flexible no sólo para permitir su adaptación y desarrollo a nivel de la escuela. Sino también para permitir adaptaciones y modificaciones

para responder a las necesidades individuales de los estudiantes y a los estilos de trabajo de los maestros (...) UNESCO (2004:110)

Este marco teórico nos proporciona una metodología que comprende tres fases, las cuales definen los elementos que son fundamentales para realizar las adaptaciones curriculares pertinentes que garantizan el acceso de los estudiantes al currículo. *Primera fase:* relacionada con la recolección de información del estudiante: estilos y estrategias de aprendizaje, motivación, competencias, entre otros. *Segunda fase:* relacionada con la recolección de información del contexto: organización grupal, actividades de aprendizaje, comunicación, estructura, reglas de interacción, normas, comportamientos, entre otros. Y finalmente, la *Tercera fase:* relacionada con la interpretación de la información. El cumplimiento de estas fases proporciona la información necesaria para plantear la metodología, las estrategias pedagógicas y didácticas y, sobre todo, el proceso evaluativo pertinente para trabajar con los estudiantes que demanden este tipo de atención.

A partir de estas metodologías, se establecen unas series de estrategias de apoyo que incluyen diferentes tipos de recursos que contribuyen a que la resolución de la tarea se lleve a buen término (González y Tourón, 1992). Este tipo de estrategias tienen como finalidad sensibilizar al estudiante con lo que va a aprender, integrando tres aspectos: la motivación, las actitudes y el afecto (Beltrán, 1993). Estos aspectos determinan en gran medida las habilidades que pondrán a prueba los estudiantes en las tareas de aprendizaje particular. El uso de material didáctico es fundamental para la enseñanza de todas las áreas, sin embargo, debe ser incorporado en el momento adecuado y con una serie de finalidades. Según Parcerisa (1999), estas finalidades deben ser:

- Aproximar al alumno a la realidad de lo que se quiere enseñar, ofreciéndole una noción

más exacta de los hechos o fenómenos estudiados.

- Motivar la clase durante todo el tiempo.
- Facilitar la percepción y la comprensión de los hechos y de los conceptos
- Dar oportunidad a que se manifiesten sus aptitudes y se desarrollen las habilidades específicas.

Abordar la enseñanza de las matemáticas a través del uso de material didáctico se justifica, puesto que hace posible el planteamiento de situaciones significativas y el aprendizaje a través de la solución de problemas.

El uso del material didáctico debe estar inmerso en el planteamiento y la solución de problemas o de situaciones didácticas que den oportunidad a los estudiantes, no sólo de indagar personalmente sobre posibles soluciones, sino también de expresarlas y razonar su validez.

Materiales y métodos

De acuerdo a la naturaleza del objeto de este trabajo, la investigación realizada reúne las características de un estudio cualitativo, de tipo exploratorio y etnográfico. Su propósito es estudiar los hechos tal como ocurren en el contexto y registrar a partir de observaciones, lo que sucede en cada una de las intervenciones, haciendo uso de una variedad de instrumentos que permiten registrar la información que se obtiene a partir de este método. Asimismo, se pretende establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones que puedan ser verificables.

La población de estudio corresponde a los estudiantes de cuarto grado del Colegio Municipal Gremios Unidos de la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander, seleccionada por tener el grado intermedio de primaria, donde se destacan con mayor

Intervención didáctica para promover el aprendizaje de las matemáticas, en niños con discalculia

frecuencia las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas (DAM). La muestra corresponde a 17 estudiantes que, según el maestro y el registro académico, presentan mayores dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. Estos estudiantes fueron seleccionados intencionalmente para destacar casos característicos de la población objeto de estudio. A continuación se describen las etapas de desarrollo de la investigación:

Etapas inicial: en la primera fase se aplicó el instrumento “*ficha personal*”, el cual permitió registrar los datos personales, los aspectos importantes del factor familiar, social y escolar. Y el segundo instrumento “*diagnóstico inicial*”, que permitió recolectar información sobre los conocimientos previos de los estudiantes.

Etapas intermedia: en la segunda fase se aplicaron actividades escritas y didácticas de la

siguiente forma: en un día se hizo la actividad escrita correspondiente a las fichas y al día siguiente se realizaron una o más actividades didácticas que complementaron y reforzaron el tema. Estas actividades, registradas en el diario de campo, permitieron recolectar las dificultades sobre los contenidos manejados y, al mismo tiempo, determinar la importancia de aspectos tales como la motivación, el comportamiento y los intereses de los estudiantes.

Etapas final: para finalizar el proceso, en la tercera fase se realizaron visitas familiares a los estudiantes del sector más cercano a la institución, con el fin de verificar y complementar la información proporcionada.

Instrumentos utilizados y actividades desarrolladas en la intervención:

Tabla 1. Instrumentos aplicados

INSTRUMENTO	DESCRPTORES	
Ficha 1. Información Personal (factor familiar y social)	Factor familiar	Escolaridad de los padres Edad de los padres Ocupación de los padres Organización familiar Número de hermanos
	Factor social	Independencia del niño Capacidad de solución de pequeños problemas Capacidad de adaptación Capacidad de relación
Ficha 2. Diagnóstico Inicial (factor de escolaridad)	Factor de escolaridad	Conocimientos previos Rendimiento académico Estrategia de trabajo en clase
	Sistema de numeración	Orden y secuencia de los números Escritura de los números Manejo de los signos
	Conjuntos	Características semejantes de elementos.
Estrategias pedagógicas y didácticas Ficha 3. Tema: Sistemas numéricos Didáctica 1. La Escalera Didáctica 2. Los pequeños subgrupos Ficha 4. Tema: Conjuntos Didáctica 3. Armemos conjuntos Ficha 5. Tema: Operaciones básicas Didáctica 4. Sapito saltarín Didáctica 5. Bingo matemático Ficha 6. Tema: Problemas Didáctica 6. Dramaticemos Ficha 7. Tema: Fracciones Didáctica 7. Representemos	Operaciones Básicas	Operaciones con suma Operaciones con resta Operaciones con multiplicación Operaciones con división
	Problemas	Problemas aditivos de composición Problemas aditivos de transformación
	Fracciones	Representación gráfica de fracciones Operaciones con fracciones
	Diario de Campo	Observación. Seguimiento: comportamiento, motivación y desempeño. Registro de la información. Visitas familiares. Análisis del seguimiento

Resultados y discusión

En cuanto a la identificación de las dificultades que presentan los niños con el aprendizaje de las matemáticas, de acuerdo con el factor familiar y social, se encontró que una de las posibles causas puede estar en la constitución y estabilidad de la familia y en el papel que juegan los padres en el acompañamiento académico de sus hijos. Coll (1993), contribuye afirmando que cuando el menor está triste, baja de inmediato su rendimiento porque la atención está centrada en sus preocupaciones. Por lo general, esto ocurre por una reacción a ciertas circunstancias que afectan directamente al niño o joven, como la separación de los padres, la muerte de algún familiar, el rechazo de los compañeros o cualquier otra situación en particular.

Factores familiares. Los niños seleccionados pertenecen al mismo estrato socioeconómico. El nivel educativo de la mayoría de los padres es de educación básica primaria y secundaria, el 15 % de esta población no tienen ningún tipo de escolaridad. El 80 % de los niños conviven sólo con uno de sus padres y con otros familiares y el número de hermanos en casi todos los casos es mayor de dos.

E14. En la ficha personal respondió a: *¿Qué nivel de educación poseen sus padres?* “El nivel de escolaridad de mis padres es de básica primaria”.

E1. En la ficha personal respondió a: *¿Con quién vive?* “Vivo con mi mamá y mi abuela”.

E5. En la ficha personal respondió a: *¿Cuántos hermanos tiene?* “tengo cinco hermanos, dos hombres y tres mujeres”.

Factores escolares y sociales. A la mayoría de los niños se les dificulta adaptarse al ambiente escolar, son dependientes, se distraen fácilmente, necesitan varias explicaciones para comprender algún tema, se les dificulta relacionarse con los demás y, al mismo tiempo, los conocimientos previos en el área son muy limitados. Según Alarcón et al., (1997), los niños y jóvenes que presentan estas características son personas que, sin duda alguna, tienen problemas de aprendizaje.

E6. En la ficha personal respondió a: *¿Es sociable? ¿Se relaciona fácilmente?* “No me gusta relacionarme y soy muy poco sociable”.

E1. En la visita al hogar, a la siguiente pregunta, respondió: *¿Tiene capacidad de adaptación a cualquier situación?* “Si, se me dificulta adaptarme a los cambios”.

E13. En la ficha personal respondió a: *¿Ha repetido cursos?* “Si, repetí tercero de primaria por mal rendimiento académico”.

En cuanto a las dificultades presentadas por los estudiantes en las actividades matemáticas planeadas de acuerdo al pensamiento numérico, se comprobó que: estos niños inicialmente mostraron dificultades en la escritura de los números, en agrupar objetos según sus características, en realizar operaciones básicas, en resolver problemas simples y en representar fracciones. Generalmente, un niño con problemas de discalculia presenta este tipo de dificultades, que se reflejan en los errores al leer o al escribir, Luria (1976). Por ejemplo, en el diagnóstico inicial respecto al dominio de los temas:

E1. Maneja bien el signo “menor que” y “mayor que”, estableció correctamente los elementos en los conjuntos, y se le facilitó el desarrollo de operaciones básicas. Presenta dificultad en la resolución de problemas y la representación gráfica de fracciones.

E5. Presenta dificultad en el tema de representación de fracciones impropias.

E10. Se le dificulta el manejo del signo “menor que” y “mayor que”, igualmente la resolución de problemas y la representación gráfica de fracciones.

En las actividades didácticas 1 y 2 (Ver Tabla 1. Instrumentos aplicados) se evidencia en:

E3. Se le dificulta identificar la operación donde se obtiene un número mayor sin realizar los cálculos. No realiza el ejercicio de completar el número que falta con operaciones correspondientes a la multiplicación y la resta, también tuvo falencias en seguir una serie de suma y multiplicación.

Intervención didáctica para promover el aprendizaje de las matemáticas, en niños con discalculia

E11. No identifica la operación donde se obtiene un número mayor sin realizar los cálculos. Realiza incorrectamente el ejercicio de completar el número que falta con operaciones correspondientes a la suma, multiplicación y resta, también tuvo falencias en seguir una serie de suma y multiplicación.

En la actividad didáctica 3 (Ver Tabla 1. Instrumentos aplicados) se evidencia en:

E4. Solicitaba que se le explicara cada uno de los problemas una o dos veces si era necesario.

E13. No mostró interés por trabajar en los problemas y por consiguiente no realizó ninguno de los ejercicios a desarrollar

En la actividad didáctica 4 y 5 (Ver Tabla 1. Instrumentos aplicados) se evidencia en:

E1. No interpreta el enunciado del problema. Desarrolla las actividades en un lapso de tiempo largo.

E9. Aunque se le dificulta operar con fracciones en suma y resta, efectuó correctamente la relación de la fracción con la representación gráfica.

Para atender a estas necesidades se planearon, organizaron y desarrollaron estrategias didácticas (Ver Tabla 1. Instrumentos aplicados), en las que se pudo observar las siguientes características:

- Los niños presentaron mejor dominio e interés en las actividades didácticas. El diseño del material permitió familiarizarse con el tema a partir de objetos y objetivos concretos, propiciando la oportunidad de enriquecer la experiencia del estudiante mediante la aproximación a la realidad y ofreciéndole la ocasión para actuar, Parcerisa (1999).
- El contextualizar los problemas a la vida cotidiana permitió a los niños facilitar el entendimiento de las situaciones problemas. Un ejemplo visible fue la dramatización

del tema “problemas”. Estas experiencias significativas aproximaron al estudiante a la realidad de lo que se proponía enseñar, Parcerisa (1999).

- Los niños aumentaron su nivel de seguridad y confianza antes y durante el desarrollo de las actividades (Ver Tabla 1. Instrumentos aplicados. Ficha 3 a 7), cuando se les mostraban sus errores y se les presentaban como algo positivo que permitía la corrección y el refuerzo y no la mala calificación.
- Los niños mejoraron sus resultados en cuanto a la solución de problemas con operaciones aritméticas básicas. También aprendieron a realizar operaciones mentales sencillas, a clasificar elementos, a realizar series de números y a comprender mejor los enunciados de los problemas matemáticos.
- Mejoraron su motivación e interés por el área, aclararon dudas, mostraron mayor responsabilidad con sus deberes y aprendieron a socializar e integrarse como grupo. En este caso, las estrategias didácticas fueron un elemento indispensable para lograr la motivación de los estudiantes, Beltrán (1993).

Conclusiones

Para identificar las dificultades en el aprendizaje que presentan los niños con discalculia es de vital importancia tener en cuenta factores como el familiar, social y el escolar. Estos tienen gran influencia en el desempeño de los estudiantes en las áreas específicas y en las relaciones sociales que se tejen en la escuela. Frente a esto, se pudo deducir que los niños de la muestra conviven en un ambiente familiar que brinda poca estimulación cognoscitiva y afectiva y que

no proporciona estímulos suficientes para la formación de hábitos e intereses sociales y académicos.

Cabe resaltar que los niños con discalculia poseen un coeficiente de inteligencia normal, pero realizan deficientemente una o más operaciones matemáticas (Ver Tabla 1. Instrumentos aplicados: Estrategias pedagógicas y didácticas). Regularmente el niño no aprende al mismo ritmo del grupo, mantiene una conducta que molesta e interfiere en la disciplina escolar y se muestra aislado; es por esto que necesita recorrer un camino académico más largo que los demás. Para trabajar con estos niños no es aconsejable realizar una caracterización y utilizar estos resultados para desarrollar actividades académicas generales, pues es tratar de elaborar un patrón universal de sus características sin tener en cuenta que cada niño con estas características constituye un caso diferente y debe ser abordado según su necesidad.

En el desarrollo de esta investigación se ha concluido que los docentes, a pesar de utilizar estrategias ajustadas a los proyectos institucionales y normativas dadas por el Ministerio de Educación Nacional -MEN, continúan integrando técnicas tradicionales a estas estrategias como el “dictado y la transcripción”, el uso de un libro determinado para el desarrollo de contenidos, el manejo de material sin sentido, sin tener en cuenta las características propias de cada estudiante y, en algunas oportunidades, sin seguir la planificación realizada para el desarrollo de las actividades en clase. Frente a lo anterior, es necesario que los docentes planeen y desarrollen estrategias tendientes a alcanzar una enseñanza de calidad contemplando las necesidades y características de sus estudiantes y del contexto actual, de lo contrario, esta situación ira tomando cada vez más fuerza y se convertirá en un problema de gran magnitud.

Se considera que la metodología utilizada contribuye satisfactoriamente al progreso académico de los estudiantes, puesto que se favorecieron procesos como el refuerzo de

conceptos matemáticos, el aumento en la participación, la motivación y el interés por el trabajo en clase, logrando una mayor visión y desenvolvimiento de los estudiantes ante situaciones nuevas que les demandan esfuerzo, responsabilidad y habilidades matemáticas para su desarrollo.

También se puede deducir que los niños con problemas de discalculia muestran mejor rendimiento cuando se trabaja de forma cooperativa, puesto que esta es la metodología de trabajo más acorde a sus características. Realizar un trabajo cooperativo, didáctico y orientado a su cotidianidad permite que se establezcan relaciones sociales y de colaboración donde se pierde la timidez, la desmotivación, la distracción, el miedo y se genera un ambiente de participación, curiosidad, duda, interrogantes ante cualquier situación problema, donde se puede percibir la matemática como un saber en constante construcción a partir de su realidad.

Frente a la pregunta investigativa ¿Por qué es importante utilizar estrategias didácticas que faciliten el aprendizaje de las matemáticas en niños con problemas de discalculia?, se puede afirmar que estas actividades además de favorecer el aprendizaje de los niños con este tipo de características, aumenta su motivación e interés en el área y, también, fortalece la labor del docente que busca enriquecer su práctica pedagógica con actividades que promueven el encuentro docente - estudiante desde su saber disciplinar, en torno a las características del contexto y de sus estudiantes.

La información proporcionada en esta investigación se convierte en un soporte para toda la comunidad educativa: docentes, padres de familia y personas que conviven con niños que presentan dificultades en el aprendizaje de las matemáticas, ya que sus resultados brindan un soporte y una orientación para atender sus necesidades académicas y para construir los lineamientos de una propuesta pedagógica y didáctica que tenga como propósito favorecer el aprendizaje mediante este tipo de metodologías.

Agradecimientos

Al Colegio Municipal Gremios Unidos (Cúcuta, N.S.) por permitir y facilitar los espacios y el recurso humano para el desarrollo de esta investigación.

UNESCO (2004). Temario Abierto sobre Educación Inclusiva. Santiago de Chile: UNESCO.

VÁZQUEZ R, M. (2007). Discalculia, la dislexia de los números. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.consumer.es/web/es/educacion/escolar/2007/12/10/172676.php>. Fecha de consulta: Enero de 2011.

Referencias bibliográficas

ALARCÓN M., KNOPIK V.S, De FRIES J.C (1997). Comorbidity of mathematics and reading deficits: evidence for a genetic etiology. USA: Institute for Behavioral Genetics, University of Colorado. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/m84p47j71165171x/>. Fecha de consulta: Enero de 2011).

American Psychiatric Association (1987). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 3ed. Washington, DC: APA.

BELTRÁN, J. (1993). *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid, España: Síntesis.

BRUNNER, J. J. (1995). *Informe de la Comisión Nacional para la modernización de la Educación*. Santiago: Editorial Universitaria.

COLL, César (1993). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

GONZÁLEZ, M. C. y TOURÓN, J. (1992). Autoconcepto y rendimiento académico. Sus implicaciones en la motivación y en la autorregulación del aprendizaje. Pamplona, España: EUNSA.

LURIA, A. R. (1976). *Basic Problems in Neurolinguistics*. New York: Mouton in The Hague.

PARCERISA, Artur (1999). *Materiales curriculares: cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*. Barcelona, España: Graó.

Propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas de la perovskita BiRO_3

C. E. Deluque Toro^{2,4} | D. A. Landínez Téllez¹ | Jairo Arbey Rodríguez M.³ | J. Roa-Rojas¹ | A. Mosquera²

Resumen

Recibido:
Abril 12 de 2011

Aceptado:
Diciembre 10 de 2011

Presentamos un estudio detallado de las propiedades estructurales, los estados, electrónicos y magnéticos de las perovskitas del tipo BiRO_3 , con $R = \text{Fe, Co, Ni}$ en su estructura cúbica, con grupo de simetría Pm-3m . En la obtención de los resultados se utilizó el método de Spin Polarizado de Ondas Planas Aumentadas y Linealizadas (SP-FP-LAPW) dentro del marco de la teoría DFT. El estudio estructural consistió en calcular las energías de cohesión en función del volumen y mediante su ajuste a la ecuación de estado de Murnaghan se determinaron el módulo de volumen, el volumen de equilibrio y de éste el valor de constante de red. En el estudio de las características electrónicas se han determinado curvas de energía en contra del número de onda (k) y la densidad de estado (DOS) para cada polarización de spin.

Palabras clave: perovskitas BiRO_3 , DFT, propiedades electrónicas.

Abstract

We present a detailed study about the structural properties, electronic and magnetic states BiRO_3 perovskites, with $R = \text{Fe, Co, Ni}$, cubic structure and group of symmetry Pm-3m . By obtaining results was used the Spin polarized Full-Potential Linear Augmented Plane Wave method (SP-FP-LAPW) into the framework the Theory Functional Density (DFT). The structural study consist to calculate the cohesion energy as a function of volume and by means of the Murnaghan state equation, bulk modulus, equilibrium volume and lattice constant was determinated. Studying the electronic characteristic the energy curves in function of wave number (k) and the density of states (DOS) with polarized spin was calculated.

Keywords: Perovskites BiRO_3 , DFT, Electronic Properties.

¹Grupo de Física de Nuevos Materiales, Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia, A.A. 14490, Bogotá DC

²Grupo de Nuevos Materiales, Universidad del Magdalena, Santa Marta

³GEMA, Grupo de Estudio de Materiales, Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá DC

⁴Departamento de Física, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina.

Introducción

Últimamente se ha observado un interés experimental y teórico por estudiar materiales multiferróicos [1-5], debido a sus ordenamientos eléctricos y magnéticos espontáneos en la

misma fase [6], esto es, coexistencia de ferromagnetismo y ferroeléctricidad y sus posibles aplicaciones tecnológicas. A pesar de que los mecanismos que favorecen tanto la existencia como la interacción entre los ordenamientos magnéticos y eléctricos no han sido comprendidos aún se tiene un gran interés en el estudio de estos materiales ya que la introducción de un grado de libertad adicional permitiría la creación de dispositivos que pueden ser controlados tanto por campos eléctricos como campos magnéticos.

El BiRO_3 es un óxido con metales de transición, estudios realizados reportan que el compuesto BiRO_3 presenta cambio de estructura al aumentar la presión o la temperatura, la perovskita BiFeO_3 [7,8] pasa de una estructura romboédrica a tetragonal y por último a una cúbica. El BiNiO_3 [9,10] puede pasar de una estructura tetragonal a una triclinica después pasa a cúbica y el compuesto BiCoO_3 [11,12] sufre una transformación de tetragonal a ortorrómbica y por último pasa a una estructura cúbica. Experimentalmente, se observa que para temperaturas o presiones muy altas el compuesto BiRO_3 presenta la fase cúbica (Pm-3m). Por ejemplo, para el compuesto BiFeO_3 usando la técnica de DRX, S. A. T. Redfern et al., [8] confirman la existencia de la transición de la fase ortorrómbica a cúbica (Pm-3m) a temperatura de 930 °C o también a presiones de ~45 Gpa, pero estos autores no realizaron refinamiento de los parámetros a dichos resultados. Posteriormente Belik et al. [7] mediante la técnica de alta resolución de difracción de polvo con rayos X de sincrotrón a la temperatura ambiente y hasta presiones de 9,7 Gpa, Observó que hay transformaciones, desde una fase romboédrica hacia una fase monoclinica, la cual después se transforma en ortorrómbica. Y mediante el refinamiento obtuvieron la información estructural en las diferentes fases.

Para el material BiNiO_3 experimentalmente Y. Ya. Tomashpoiskii et al., [9] reportan la estructura cúbica (Pm-3m) como fase que aparece a altas presiones. En un trabajo más reciente Masaki Takata [10] reporta la

existencia de una nueva fase triclinica para presiones de 6 Gpa. Esta nueva estructura fue encontrada mediante la técnica de difracción de sincrotrón de rayos X en polvo.

En cuanto el BiCoO_3 , Alexei A. Belik et al., [11] confirman la existencia de la estructura tetragonal a partir de difracción de neutrones a temperaturas desde 5 hasta 520 K. En un trabajo más reciente [12] y mediante combinación de técnica de sincrotrón de rayos X y difracción de neutrones reportan los cambios de fase que sufre el sistema al aumentar la presión. Los autores observan que para una presión de 0.1 MPa su estructura es tetragonal y después, para una presión de 5.8 GPa observan una estructura ortorrómbica; por último a presiones muy altas observan la fase cúbica (Pm-3m). Por estos resultados experimentales sabemos que la fase cúbica existe.

Sin embargo, a pesar que hay mucha literatura basada en primeros principios referente a la estructura romboédrica, tetragonal, ortorrómbica, triclinica y monoclinica [11,13-17], la fase cúbica de la perovskita BiRO_3 no ha sido estudiada teóricamente, aunque, experimentalmente ha sido reportada su existencia por diferentes investigadores. Esta fase se presenta para alta temperatura y alta presión. En el presente trabajo presentamos un estudio detallado de las propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas del compuesto BiRO_3 ya que es una fase experimental.

Método de cálculo

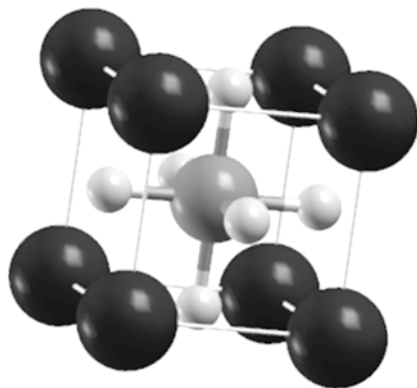
Los cálculos se realizaron con spin polarizado dentro del marco de la teoría de funcional de densidad (DFT) [18], mediante el código wien2k [19]. Se usó el potencial de intercambio y correlación de Perdew-Burke-Ernzerhof 96 [20] en la aproximación GGA. El método de solución de las ecuaciones de Kohn-Sham [21] que se usa en este código es el método SP-FP-LAPW y en él se usa como base para la expansión de la función de onda una base compuesta de ondas planas para

la zona intersticial y para el interior de las esferas de muffin-tin se usa una combinación lineal de funciones radiales multiplicadas por armónicos esféricos. Para limitar el tamaño de la base, para las ondas planas se usó como corte de energía $RMT \times K_{\max} = 7$ y para los armónicos esféricos se tomó como valor máximo del momento angular 10. G_{\max} , que es el máximo valor del vector del espacio recíproco para el desarrollo en serie del potencial fue 12. Los radios de muffin-tin (en u. a.) utilizados en este cálculos fueron, 2,50 para Bi, 1,85 para R y para el O 1,61. Se tomó una malla de 120 puntos en la parte irreducible de la primera zona de Brillouin. La convergencia de energía fue de 0,0001 Ry.

Resultados

En la figura 1 podemos ver la estructura de los compuestos de estudio. Las posiciones de los átomos son Bi (0,0,0); R ($\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}$) y O (0, $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$), ($\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2}$) ($\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0$) y el grupo de espacio usado fue el #221 (Pm-3m). Se observa que el R se encuentra en el centro de un octaedro determinado por 6 oxígenos.

Figura 1. Estructura de la perovskita BiRO₃



En la tabla 1 se resumen los resultados ab-initio obtenidos en la aproximación GGA para el compuesto del BiRO₃ a T=0K, los cuales fueron ajustados con la ecuación de estado de Murnaghan [22]. Se presenta los parámetros de red, volumen de equilibrio, modulo de volumen y energía total. Podemos observar que el volumen disminuye a medida que aumenta el número atómico del elemento R en el compuesto BiRO₃.

También se observa que la energía de equilibrio del compuesto BiNiO₃, es más estable que los otros compuestos, una posible explicación a esta gran diferencia en energía, podrían ser el tipo de enlace que tienen los compuestos.

En la figura 2 reportamos las DOS del Compuesto BiRO₃. Estos cálculos se realizaron para la constante de red correspondiente al volumen de equilibrio del estado base (T=0 K) de la estructura cúbica.

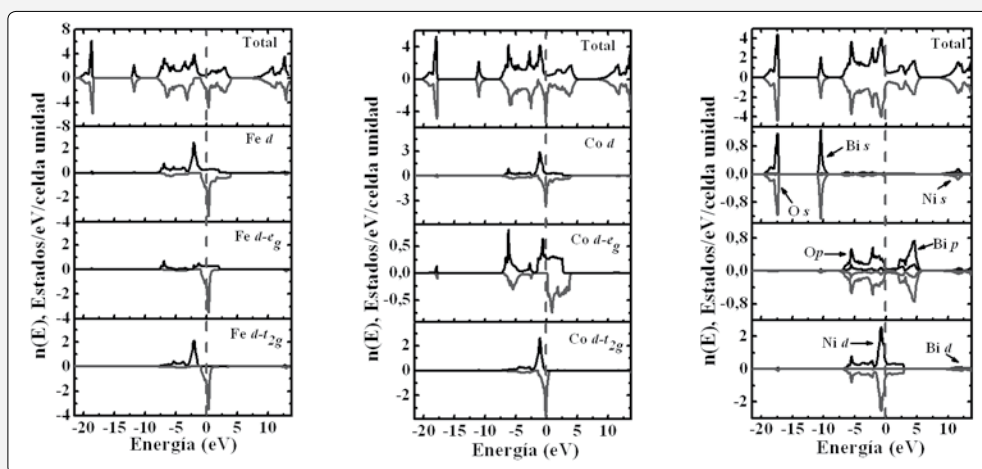
En ambas orientaciones del spin los materiales manifiestan un comportamiento metálico. Se observa que las DOS de los compuestos BiFeO₃ y BiCoO₃ son no simétricas, esto implica que debe existir un momento magnético total permanente cuyo valor es de 2,97 μ_B , para el BiFeO₃ y para BiCoO₃ de 1,45 μ_B . se puede observar que los responsable del magnetismo en el BiFeO₃ son los orbitales d del Fe (en particular d-t_{2g}). De igual forma sucede en BiCoO₃ los responsable son los orbitales d (en particular d-t_{2g}). Para el caso del compuesto BiNiO₃, se observa que las DOS son simétricas y carácter conductor del compuesto está definido principalmente por los electrones d del Ni.

Tabla 1. Volumen de equilibrio, parámetro de red, modulo de volumen y energía total de la perovskita BiRO₃

BiRO ₃	Grupo Espacial	Vo (u.a. ³)	Parámetro de Red (u.a)	Bo (GPa)	Energía Total (eV)
BiFeO ₃	Pm-3m	386.035	7.281	167.342	-22.139
BiCoO ₃	Pm-3m	374.555	7.208	187.081	-20.614
BiNiO ₃	Pm-3m	371.926	7.192	154.4199	-226.984

Propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas de la perovskita BiRO_3

Figura 2. Densidad de estado total y parcial del compuesto BiFeO_3 , BiCoO_3 y BiNiO_3



En la figura 3a hasta 3c se presenta la estructura de bandas para la polarización de spin up y para spin down a lo largo de algunas direcciones de alta simetría de la primera zona de Brillouin; en esta figura se observa la energía de los electrones en función del vector de onda k , tomado a lo largo de las direcciones $R-\Delta-\Gamma-\Delta-X-Z-M-\Sigma-\Gamma$. La estructura de bandas se calcula para la configuración en equilibrio; el cero de la energía se ha elegido en el nivel de Fermi. Se observa que las bandas de los compuestos BiFeO_3 y BiCoO_3 son diferentes para cada polarización de spin. Esto corrobora que debe existir un momento magnético permanente, mientras las del BiNiO_3 son iguales. Lo cual fue examinado en las DOS. Además, se observa que el comportamiento del compuesto BiRO_3 , en la estructura de banda es muy similar. Por ejemplo, se observa una subbanda interna de valencia que está ubicada en el rango entre los -20 eV y -18 eV . La principal contribución a esta subbanda es debida a los electrones s del O . En la parte superior de la banda de valencia, es decir la región comprendida entre -12 eV y -9 eV se observa una subbanda muy definida perteneciente a los orbitales s del Bi . Entre -8 eV y el Nivel de Fermi se observa una alta densidad de estados cuyas contribuciones son debidos a los electrones p del O , d del Fe , Co y Ni . Inmediatamente arriba del nivel de Fermi, se encuentran contribuciones de los electrones p del Bi y minoritarias de p del O . En la parte superior, en la región entre 8 eV y 12 eV de la banda de conducción, la contribución es

debida principalmente a orbitales s Ni y del p del Bi .

Figura 3a. Estructura de bandas para el BiFeO_3 con Spin arriba y abajo.

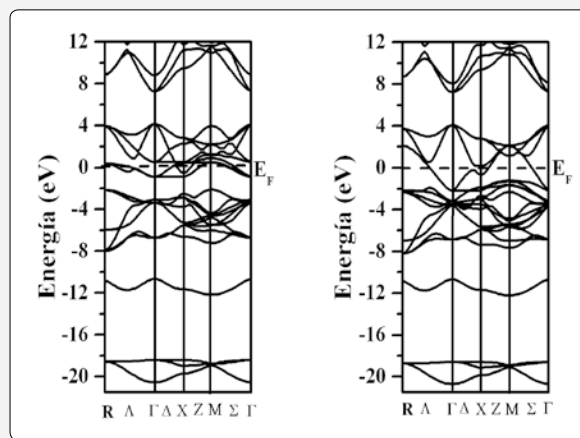


Figura 3b. Estructura de bandas para el BiCoO_3 con Spin arriba y abajo.

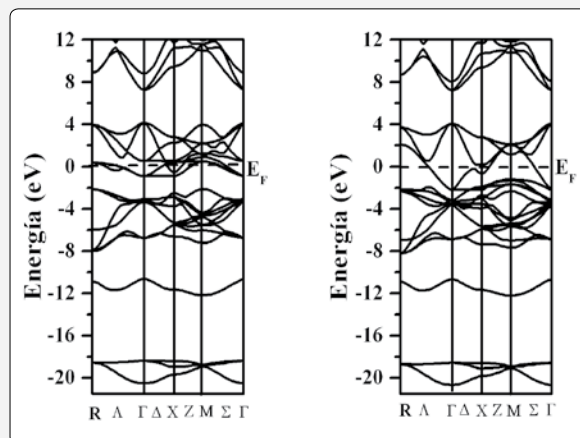
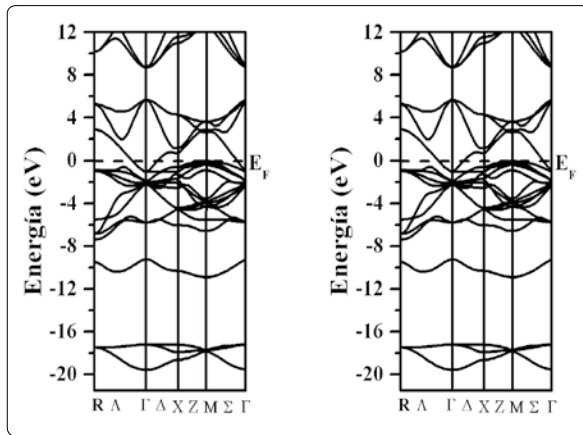
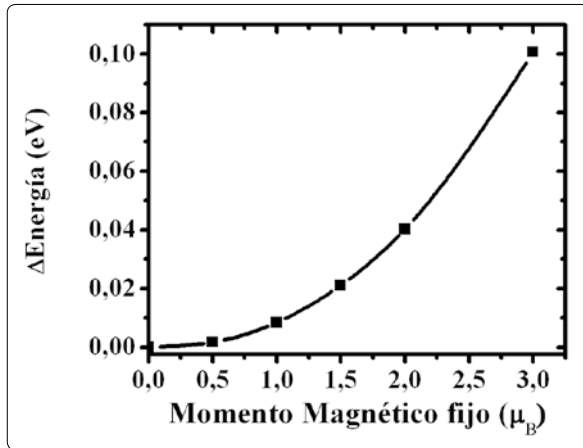


Figura 3c. Estructura de bandas para el BiNiO_3 con Spin arriba y abajo.



Se realizó un estudio de la Δ Energía vs Momento magnético fijo para el compuesto BiNiO_3 , y se verificó que la perovskita no presenta propiedades magnéticas. Como se puede observar en la figura 4.

Figura 4. Δ Energía vs Momento Magnético fijo del compuesto BiNiO_3



BiNiO_3 no presenta un momento magnético. Se confirmaron que los tres materiales son metálicos y el comportamiento conductor se atribuye a los estados d de cada metal de transición.

Agradecimientos

Este trabajo tuvo el apoyo parcial de Colciencias, proyecto No 1101-0617622, del Centro de Excelencia en Nuevos Materiales, contrato 043-2005 y de Fonciencias de la Universidad del Magdalena, proyecto No 002-2007.

Referencias bibliográficas

- [1] M. Fiebig, T. Lottermoser, D. Fröhlich, A. V. Goltsev, and R. V. Pisarev, Nature (London) 419, 818 (2002).
- [2] J. Wang, J. B. Neaton, H. Zheng, V. Nagarajan, S. B. Ogale, B. Liu, D. Viehland, V. Vaithyanathan, D. G. Schlom, U. V. Waghmare, et al., Science 299, 1719 (2003).
- [3] T. Kimura, S. Kawamoto, I. Yamada, M. Azuma, M. Takano, and Y. Tokura, Phys. Rev. B 67, 180401(R) (2003).
- [4] T. Kimura, T. Goto, H. Shintani, K. Ishizaka, T. Arima, and Y. Tokura, Nature (London) 426, 55 (2003).
- [5] P. Baettig, N.A. Spaldin, Appl. Phys. Lett. 86, 12505 (2005).
- [6] V. R. Palkar and S. K. Malik. Solid State Communications.134, 783 (2005).
- [7] Alexei A. Belik, Hitoshi Yusa et al., Chem. Mater., 2009, 21 (14), pp 3400-3405.

Conclusiones

Hemos analizado las propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas del compuesto BiRO_3 mediante DFT. Encontramos que a $T=0$ K los compuestos BiFeO_3 y BiCoO_3 tienen un momento magnético total permanente y los responsable de este momento magnético son los orbitales d del Fe y Co respectivamente, mientras que el

- [8] Redfern, S. A. T.; Walsh, J. N.; Clark, S. M.; Catalan, G.; Scott J. F. 2009, arXiv:0901.3748v2.
- [9] Y. Ya. Tomashpoiskii, Y. N. Venevtsev, K. P. Burdina, and Y. N. Venevtsev, *Kristallografiya*, 13, 987 (1968).
- [10] M. Q. Cai, G. W. Yanga and Y. L. Cao, W. H. Yu, L. L. Wang, and Y. G. Wang, *Applied Phydics Letters* 90, 242911 /2007.
- [11] Alexei A. Belik, Satoshi Likubo et al., *Chem. Mater.*, 2006, 18 (3), pp 798-803.
- [12] K. Oka, M. Azuma, Au. W. Chen et al., *J.A. C. Soc* 132 (27) 9438-9443 (2010).
- [13] Meng-Qiu Cai, Ji-Cheng Liu et al. *the Journal of Chemical Physics* 126, 154708 (1-6) (2007).
- [14] Feng Hong-Jian and Liu Fa-Min, *Chinese Physics B Vol 18 No 4*, 1574-1577 (2009).
- [15] Feng Hong-Jian and Liu Fa-Min, *Chin. Phys. Lett.* Vol. 25, No. 2, 671-674 (2008)
- [16] H. Wang et al. *Solid state Comunication* 149 (2009) 641-644.
- [17] Masaki Takata, Makoto Sakata and Kenichi Kato, *J. Mater. Chem.*12, 3733-3737 (2002)
- [18] P. Hohenberg, and W. Kohn, *Phys. Rev.* 136 (1964) 864
- [19] P. Blaha, K. Schwarz, G.K.H. Madsen, D. Kvasnicka y J. Luitz, WIEN2k_08, A Full Potential Linearized Augmented Plane Wave Package for Calculating Crystal Properties. Karlheinz Schwarz, Techn. Universität Wien, Austria, 2001.
- [20] PERDEW J. P (1996). Generalized Gradient Aproximation Made Simple, *Phys. Rev. Letters* 77, p. 3865.
- [21] Kohn W. and Sham L.J. 1965 *Phys. Rev.* 140, A1133
- [22] F. D. Murnaghan, *Proc. Natl. Acad. Sci., USA.* 30 (1944) 244.

Producción de un inoculante a base de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal

Blanca Contreras-Roa¹ | Sandra López- Pérez¹ | Juan Pablo Reyes¹ | Diana Cárdenas-Caro²

Resumen

Recibido:
Agosto 20 de 2010

Aceptado:
Noviembre 10 de 2011

Los microorganismos promotores del crecimiento vegetal son una alternativa en la biofertilización de los cultivos. Sin embargo, su utilización a nivel comercial requiere del desarrollo de un bioproducto que sea competitivo al nivel de costos y efectos sobre las plantas, con respecto a los fertilizantes tradicionales. Por tal razón, el objetivo de este trabajo fue realizar el estudio de la cinética del crecimiento celular de dos especies bacterianas, *Bacillus megaterium* BSF5 y *Sphingomonas paucimobilis* BFS3, coleccionadas en el banco de cepas del laboratorio de Microbiología de la Universidad Francisco de Paula Santander, que se obtuvieron a partir de muestras de suelos de rosa y clavel del invernadero “Flores Iscalá”, para producir un inoculante biológico para el mismo cultivo. Se evaluó un medio de cultivo líquido definido y se suministraron diferentes caudales de aire (VVM) con el fin de determinar la velocidad específica de crecimiento (μ) y la concentración celular en la máxima fase exponencial. A partir de estos resultados se continuó con el diseño de un medio de cultivo alternativo en el cual se suministraron fuentes nutricionales de bajo costo y fácil disponibilidad en la región, como la melaza, úrea y harina de hueso. Se determinó el crecimiento celular en dos concentraciones de azúcares teniendo en cuenta la cantidad que había sido suministrada en el medio de cultivo definido previamente evaluado. Se determinó que la inclusión de melaza en 1°Brix para *Bacillus megaterium* y 2°Brix para *Sphingomonas paucimobilis* favorece la producción de biomasa y disminuye los costos de materia prima, con respecto, a la obtenida en un medio de cultivo definido.

Palabras clave: *Bacillus megaterium*, *Sphingomonas paucimobilis*, inoculantes, bioproceso, biofertilizantes.

Abstract

The plant growth promoting microorganisms are an alternative in the biofertilization of crops. However, their use a commercial level requires the

¹Ingenieros de Producción Biotecnológica. Grupo de Investigación Ambiente y Vida. Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente. Universidad Francisco de Paula Santander. blaytu@yahoo.es, shasha774@hotmail.com, jpr910@yahoo.com

²Docente de la Facultad de Ciencias Básicas. Grupo de Investigación Ambiente y Vida. Universidad Francisco de Paula Santander
diana.cardenascaro@hotmail.com

development of an economic and effective competitive bioproduct compared with the traditional fertilizers. For this reason, the aim of this work was to perform the kinetics study of two bacterial species Bacillus megaterium BSF5 and Sphingomonas paucimobilis BFS3, collected in the strain bank of the microbiology laboratory of the Universidad Francisco de Paula Santander, obtained from soil samples of rose and carnation from Flores Iscalá greenhouse, to produce a biological inoculant in order to be use in the same crops. A defined liquid culture medium and several air caudal (VVM) were evaluated to determine de specific velocity of growth (μ) and the cellular concentration in the maximum exponential phase. The obtained results were used to design an alternative culture media using cheap and available nutritional sources in the region such as molasses, urea and bone-meal. The cellular growth was evaluated in two sugar concentrations according with the quantity used in the preliminary evaluated culture media. It was determined that the use of molasses in 1°Brix for Bacillus megaterium and 2°Brix for Sphingomonas paucimobilis favors the biomass production and reduces the raw material costs compared with the result of the define culture medium.

Keywords: *Bacillus megaterium, Sphingomonas paucimobilis, inoculants, bioprocess, biofertilizers*

Introducción

Un biofertilizante es un producto biológico que contiene microorganismos benéficos del suelo, que al ser inoculado en el suelo o semilla para un cultivo, favorece los procesos de nutrición, crecimiento y desarrollo de las plantas mediante diversos mecanismos como el incremento de la disponibilidad de nutrientes (solubilizadores de fósforo, fijadores de nitrógeno), mejoramiento de la eficiencia de absorción y transporte de nutrientes (micorrizas) y producción de fitohormonas y vitaminas (promotores del crecimiento vegetal) (Ramírez *et al.*, 2008).

Su utilización comercial no depende sólo de procesos de aislamiento, conservación y evaluación de estos microorganismos que realizan actividades de promoción del crecimiento de las plantas, sino que

también se requiere diseñar procesos de producción que permitan obtener la biomasa microbiana necesaria para la utilización de estos microorganismos como inoculantes biofertilizantes en los suelos cultivados con el objetivo de suplir parcial o totalmente la aplicación de fertilizantes sintéticos. Estos inoculantes pueden obtenerse en condiciones artificiales suministrando a las células microbianas nutrientes de alta calidad analítica. Sin embargo, los costos que estos componentes representan, no permiten que el producto obtenido en un escalamiento piloto e industrial, pueda ser comercializado competitivamente frente a algunos fertilizantes químicos que se encuentran disponibles tradicionalmente en el mercado.

De esta forma es necesaria la evaluación de las condiciones de cultivo óptimas de un microorganismo y lo primero que debe tenerse en cuenta es el diseño de medios de cultivo adecuados, basados en los requerimientos

nutricionales específicos que soporten el crecimiento del microorganismos, la síntesis de sus componentes celulares, así como la producción de metabolitos primarios y secundarios (Sánchez *et al.*, 2003; Borrego *et al.*, 2004).

Actualmente, para cada género incluso especie microbiana, se han formulado algunos medios de cultivos definidos, particularmente para su aislamiento y multiplicación en laboratorio utilizando componentes analíticos y frecuentemente se utilizan en la producción de biomasa. En este sentido, Díaz de Villegas *et al.* (2002) evaluaron la producción de sideróforos por la cepa PSS de *Pseudomonas aeruginosa* en un sistema batch convencional utilizando los medios succinato, glucosa, glutámico y King B, con la adición de reactivos analíticos. Por su parte, Rivera-Cruz *et al.* (2002) utilizaron un medio de cultivo selectivo de carbón combinado modificado (CCM₁) para bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico tolerantes a BaP (Benzo(a)pireno) con soluciones nutricionales de calidad analítica para la producción de células de *Sphingomonas paucimobilis* con el objeto de utilizarlo en la biorremediación de suelo contaminados con petróleo.

Sin embargo, recientemente, se han direccionado los esfuerzos buscando reducir los costos de producción de inoculantes con el objetivo de facilitar su comercialización. Plazas (2007), referenció un nuevo medio de cultivo para la producción de la cepa fosfatolubilizadora UV1 (*Enterobacter agglomerans*), modificando la adición de componentes analíticos por fuentes nutricionales de origen mineral que suplementarán los requerimientos de este microorganismo, y reportó, incluso un aumento de dos unidades logarítmicas en la producción de biomasa y la reducción del tiempo de producción a 26 horas con respecto al caldo SRS (Sundara Rao y Sinha, 1963). Así mismo, Torres & Yepes (2007), formularon un nuevo medio de cultivo para la producción de las cepas AC5 y AC6 (*Azotobacter chroococcum*)

reduciendo un 69% del tiempo en el medio de cultivo convencional. En otras investigaciones desarrolladas, se han utilizado materias primas de origen agroindustrial como la melaza de caña (Goudá *et al.*, 2001; Cárdenas *et al.*, 2002, Kulpreecha *et al.*, 2009), suero de leche (Cori de Mendoza *et al.*, 2006), vinaza (Díaz *et al.*, 2003) y jugo de guayaba agria (Lara, 2008) para el cultivo en fermentación líquida de bacterias y levaduras, encontrando incrementos en la producción de biomasa y sugiriendo reducción de costos de producción por la utilización de estos subproductos como fuentes de energía, minerales y factores de crecimiento celular.

El objetivo de este trabajo fue diseñar un medio de cultivo para la producción a escala de laboratorio de inoculantes microbianos a base de las cepas bacterianas BSF5 (*Bacillus megaterium*) y BFS3 (*Sphingomonas paucimobilis*), utilizando materias primas disponibles en la región que suplan los requerimientos nutricionales de estos microorganismos biofertilizantes aislados de suelos cultivados con clavel y rosas, respectivamente.

Materiales y métodos

Microorganismos estudiados. Se utilizaron las cepas BSF5 (*Bacillus megaterium*) y BFS3 (*Sphingomonas paucimobilis*) aisladas en medio SRSM (Sundara Rao y Sinha, 1963) del cultivo de clavel y rosa del invernadero “Flores Iscalá” de la Universidad Francisco de Paula Santander e identificadas bioquímicamente a través de paneles de BBL Crystal (Reyes *et al.*, 2006). Las cepas fueron activadas sobre cajas con agar Nutritivo conformando un banco de trabajo de 10 cajas por cepa.

Curva de crecimiento de los microorganismos suministrando diferentes flujos de aire (VVM). Con el objetivo de conocer la curva de crecimiento de las dos cepas bacterianas, se utilizó el medio de cultivo

Producción de un inoculante a base de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal

definido propuesto para *Bacillus megaterium*, cuya composición es (g/L): sacarosa 10; K_2HPO_4 2,5; KH_2PO_4 2,5; $(NH_4)_2HPO_4 \cdot 7H_2O$ 1,0; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,2; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,01; y $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,007; pH 7,0 (Todar, 2008). Para la cepa de *S. paucimobilis*, se utilizó el medio de cultivo SRS (Sundara Rao y Sinha, 1963) sin Púrpura de Bromocresol cuya composición es (g/L): $NH_4(SO_4)_2$ 0,5; KCl 0,2; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,3; $MnSO_4 \cdot H_2O$ 0,004; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,002; NaCl 0,2; Glucosa 10; Extracto de levadura 0,5; $Ca_3(PO_4)_2$ 5; pH 7,2. El crecimiento se estudió durante 36 horas, para determinar el número de células/mL, según la escala de Mc.Farland, leída en un espectrofotómetro $\lambda 1$, a 650 nm, ajustada para cada microorganismo. Se inocularon 500 mL de medio de cultivo al 2% de una suspensión bacteriana ajustada según el tubo 1 de la escala de Mc.Farland que equivale a 3×10^8 células/mL.

Se evaluaron tres medidas de flujo de aire (VVM: Volumen de aire/Volumen de medio/Minuto) para determinar el crecimiento bacteriano en cada una de ellas. En el T1 se evaluó 1 VVM, en el T2 se suministraron 2 VVM y en el T3, 3 VVM. El T0 se utilizó como testigo en cultivo estático sin suministro de aire. Se realizaron tres repeticiones para cada tratamiento y la concentración celular se midió en cel/mL y se transformó a Log. Se realizó un análisis de varianza utilizando el programa estadístico SPSS 10.0 para Windows, con el fin de estimar los parámetros cinéticos de crecimiento, velocidad específica de crecimiento (μ) y concentración celular en máxima fase exponencial.

Evaluación del medio de cultivo alternativo para la producción de los inoculantes microbianos de *Bacillus megaterium* y *Sphingomonas paucimobilis*. Se realizó un diseño experimental para evaluar dos niveles de melaza como una fuente de carbono económica y disponible en la región con el objetivo de reducir costos en las materias primas utilizadas en el medio de cultivo y se comparó el crecimiento

bacteriano frente al medio de cultivo con fuentes nutricionales grado reactivo analítico, conformando así tres tratamientos. La melaza no solamente suministra el carbono sino que además, en ella se encuentran disponibles elementos menores, aminoácidos, vitaminas y algunos otros factores de crecimiento que no estarían presentes en un medio de cultivo sintético si no son adicionados como reactivos químicos analíticos (Gouda *et al.*, 2001). Las fuentes de fósforo y nitrógeno también fueron modificadas por cenizas de hueso de bovino (5 g/L) y úrea respectivamente (0,5 g/L) según un medio de cultivo alternativo diseñado para la producción de levadura *Candida utilis* (Cárdenas *et al.*, 2002).

Teniendo en cuenta los resultados de la curva de crecimiento de cada bacteria en el medio de cultivo definido, se diseñaron dos etapas de inóculos en el bioproceso que permitieran obtener paulatinamente volúmenes mayores de biomasa, teniendo en cuenta que suspender grandes cantidades de células tomadas de medios agarizados convencionales resultaría demasiado costoso, además, el crecimiento bacteriano sólo presentará una fase de adaptación, disminuyendo así, el consumo de energía en volúmenes mayores. Este bioproceso se realizó en erlenmeyers contenidos de 100 mL como preinóculo, los cuales fueron inoculados al 2%, con una concentración celular de 3×10^8 cél/mL según el tubo 1 de la escala de Mc.Farland leída en un espectrofotómetro $\lambda 1$, a 650 nm. El tiempo de crecimiento en etapa de preinóculo fue de 18 h según la fase exponencial presentada por las bacterias en el estudio de su curva de crecimiento en medio de cultivo sintético. Al cabo de este tiempo el preinóculo fue transferido a 900 mL en un biorreactor de vidrio con capacidad para 3,75 L y fue mantenido con aireación constante durante 18 h, hasta alcanzar el máximo crecimiento exponencial.

El biorreactor utilizado fue construido a partir de un frasco de vidrio reutilizable con capacidad de 3,75 L de trabajo, al cual se

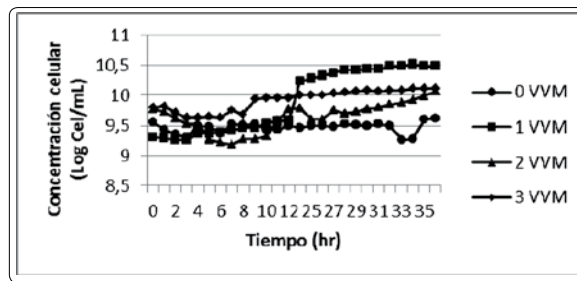
adaptaron puntos de entrada de aire, salida de gases, toma de muestras e inoculación. El aireador consistió en un tubo plástico en forma de "L" con un dispersor circular con perforaciones hechas cada centímetro y el caudal de aire fue suministrado con una bomba para acuario y regulado con una valvulilla venoclises.

Se realizaron tres repeticiones para cada tratamiento y la concentración celular se midió en cel/mL y se transformó a Log para realizar la curva de crecimiento bacteriano. Se realizó un análisis de varianza utilizando el programa estadístico SPSS 10.0 para Windows, con el objetivo de estimar la concentración celular en máxima fase exponencial y seleccionar la mejor concentración de inclusión de melaza como fuente de carbono en la producción de biomasa bacteriana.

Resultados y discusiones

Efecto del flujo de aire (VVM) en el crecimiento bacteriano. Según las curvas de crecimiento obtenidas para *Sphingomonas paucimobilis*, se observó que para todos los volúmenes de aire suministrados, la etapa de adaptación alcanzó las 8 h, a partir de las cuales se registraron diferentes comportamientos en la fase exponencial para cada tratamiento evaluado (Figura 1). Así mismo, cuando se realizó el análisis de varianza a la velocidad específica de crecimiento (μ) durante la fase exponencial, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en todos los tratamientos, obteniéndose el mayor valor de $0,74 \text{ h}^{-1}$ cuando se suministró 1 VVM. El tratamiento testigo en cultivo estático presentó el menor valor de $0,013 \text{ h}^{-1}$, indicando que para el cultivo de *S. paucimobilis* es necesario el suministro de aireación en niveles no superiores a 1 VVM, teniendo en cuenta que caudales de 2 y 3 VVM registraron un 50% menos en la velocidad del crecimiento bacteriano con respecto al tratamiento T1 (Tabla 1).

Figura 1. Curvas de crecimiento de *Sphingomonas paucimobilis* en medio de cultivo definido con suministro de diferentes caudales de aire (VVM)



Sánchez *et al.* (2003), reportaron que *Burkholderia cepacia* presentó una fase de crecimiento exponencial a partir de las 2 h de incubación en cultivo agitado a 70 rpm y aunque observaron que a las 8 h de crecimiento se presentaron los máximos valores de concentración celular, la velocidad específica de crecimiento (μ) en esta fase exponencial fue de $0,27 \text{ h}^{-1}$, similar a lo registrado en los tratamientos T2 y T3, evaluados para *S. paucimobilis* (Tabla 1).

Tabla 1. Velocidad específica de crecimiento (μ) y concentración máxima celular de *Sphingomonas paucimobilis* en medio de cultivo definido

Tratamiento	$\mu (\text{h}^{-1})$	Concentración celular (Cél/mL) ⁽¹⁾
T1 (1VVM)	0,74a ⁽²⁾	10,34a
T2 (2VVM)	0,38b	10,03b
T3 (3VVM)	0,31c	9,79c
T0 (0VVM)	0,013d	9,57d

⁽¹⁾ Datos transformados a Log_{10}

⁽²⁾ Valores seguidos con la misma letra en la misma columna no presentaron diferencias significativas por el test de Duncan para un $\alpha = 0,05$ de significancia

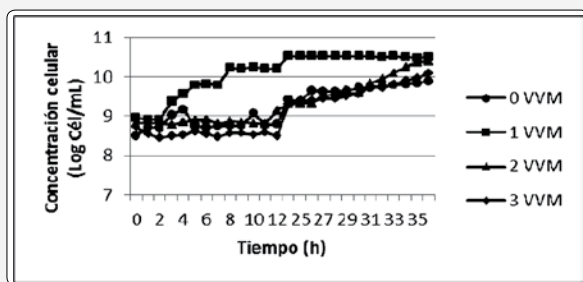
Giavasis *et al.* (2006) observaron un incremento en la producción de biomasa de *S. paucimobilis* en un medio de cultivo definido, cuando suministraron 1 VVM y 1000 rpm comparando frente a 1 VVM y 500 rpm, pero cuando aumentaron el suministro de aire a 2 VVM y una agitación de 250 a 500 rpm encontraron un incremento en la producción de biomasa, argumentando que el incremento de aireación compensa parcialmente la escasa

Producción de un inoculante a base de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal

mezcla y transferencia de masa cuando se agita el cultivo a 250 rpm y un poco más en agitación de 500 rpm.

Por su parte, *Bacillus megaterium* presentó un comportamiento muy similar en los cuatro tratamientos evaluados en cuanto a la curva de crecimiento, aunque presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) y se observó que en el tratamiento con suministro de 1 VVM se obtuvo el mayor valor en la velocidad específica de crecimiento (μ), con una fase de adaptación de 4 h y una fase exponencial de máximo 24 h, donde alcanzó una concentración celular de 10,15 Log Cél/mL (Figura 2).

Figura 2. Curvas de crecimiento de *Bacillus megaterium* en medio de cultivo definido con suministro de diferentes caudales de aire (VVM)



De igual forma que en el cultivo de *S. paucimobilis*, *B. megaterium* registró un valor de la velocidad específica de crecimiento (μ) en la fase exponencial de $0,73h^{-1}$, diferente significativamente ($P \leq 0,05$) de los demás tratamientos evaluados (Tabla 2), la cual indica que el suministro de 1VVM en el caldo de fermentación, es el más adecuado para el crecimiento celular de estas bacterias con respecto al tiempo de cultivo.

Díaz de Villegas *et al.* (2002) encontraron valores inferiores de μ en la fase exponencial en el cultivo de *Pseudomonas aeruginosa* PA01 en caldos de fermentación utilizando succinato ($0,07 h^{-1}$), glucosa ($0,1394 h^{-1}$) y ácido glutámico ($0,064 h^{-1}$) en condiciones de agitación de 175 rpm, los cuales son similares a los registrados en el tratamiento T0, en cultivo estático para los dos bacterias de este estudio.

Tabla 2. Velocidad específica de crecimiento (μ) y concentración máxima celular de *Bacillus megaterium* en medio de cultivo definido

Tratamiento	$\mu (h^{-1})$	Concentración celular (Cél/mL) ⁽¹⁾
T1 (1VVM)	0,73a ⁽²⁾	10,15a
T2 (2VVM)	0,62b	9,36b
T3 (3VVM)	0,33c	9,32b
T0 (0VVM)	0,18d	9,20b

⁽¹⁾ Datos transformados a Log_{10}

⁽²⁾ Valores seguidos con la misma letra en la misma columna no presentaron diferencias significativas por el test de Duncan para un $\alpha = 0,05$ de significancia

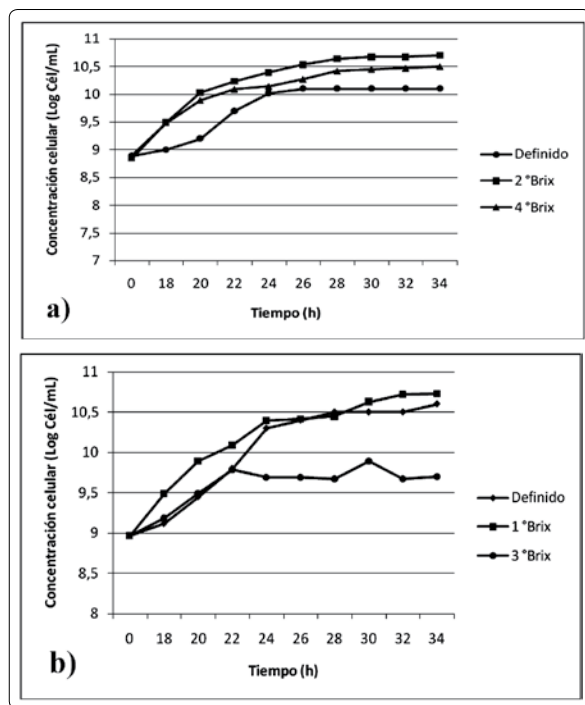
Aunque el suministro de aireación en una fermentación líquida pueda aumentar los costos de producción por la energía requerida y el mantenimiento de las condiciones asépticas por el equipo utilizado, debe considerarse que frente al cultivo estático, la producción de biomasa se ve afectada y cuando sólo se suministra agitación, se supe en parte esta dificultad pero no se aumentan significativamente las concentraciones celulares como cuando se suministra aireación. Con respecto a esto, Giavasis *et al.* (2006) indican que la agitación permite la transferencia de nutrientes y la distribución de aire y oxígeno, pero la aireación determina la oxigenación del cultivo, así como también contribuye a la mezcla de la masa del caldo de fermentación, especialmente cuando las tasas de agitación mecánica son muy bajas.

Es así como, debe evaluarse la cantidad de aire requerido para el crecimiento celular de una especie bacteriana en determinado medio de cultivo, puesto que no siempre está correlacionado el incremento de la biomasa con el aumento de aireación en una fermentación líquida (Cárdenas *et al.*, 2002). Los resultados obtenidos sugieren que el suministro de aireación es importante para el crecimiento celular de especies bacterianas aeróbicas de igual forma como lo sugiere Giavasis *et al.* (2006) para el cultivo de *S. paucimobilis* y Vishnuvardhan *et al.* (2009)

para *B. megaterium* y por lo tanto para la producción de biomasa con fines de desarrollar un inoculante biofertilizante. De esta forma, se seleccionó el tratamiento con suministro de 1 VVM de aireación para el cultivo de las dos bacterias en fermentación líquida.

Selección del medio de cultivo alternativo para la producción de los inoculantes microbianos de *Bacillus megaterium* y *Sphingomonas paucimobilis*. La producción de la biomasa bacteriana en caldo de cultivo alternativo presentó mayores valores de Log UFC/mL con respecto a la obtenida en medio de cultivo con reactivos analíticos. *B. megaterium* alcanzó la máxima concentración celular a las 28 h de proceso, mientras que *S. paucimobilis* presentó un crecimiento máximo a las 32 horas del proceso (Figura 3).

Figura 3. Crecimiento celular de a) *Sphingomonas paucimobilis* y b) *Bacillus megaterium* en medio de cultivo melaza



Estos resultados son similares a los obtenidos con otros microorganismos cuando se han adicionado fuentes de carbono complejas como la melaza, extracto de malta, jarabe de maíz, suero de leche y almidón soluble, en comparación con azúcares puros como la glucosa, fructosa y sacarosa ya que

los primeros son fuente también de vitaminas, oligoelementos y otros factores requeridos en el crecimiento bacteriano (Nikel *et al.*, 2005; Cori de Mendoza *et al.*, 2006; Kulpreecha *et al.*, 2009).

Cuando se realizó el análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple por el test de Duncan, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en la concentración celular máxima de *S. paucimobilis* en medio de cultivo con melaza en una concentración de 2°Brix, con respecto a la concentración de 4°Brix, lo cual favorece los costos de producción por la disminución de la cantidad de materia prima requerida en el bioproceso (Tabla 3).

Estos resultados son similares a los reportados por Bajaj *et al.* (2006) cuando evaluaron diferentes fuentes de carbono como la fructosa, sacarosa, maltosa, lactosa y almidón soluble en una concentración de 2% y observaron que la sacarosa favoreció la producción de biomasa de *S. paucimobilis* con respecto a la glucosa y demás fuentes de carbono simples. Sin embargo, cuando utilizaron almidón soluble como fuente alternativa y compleja de carbono, encontraron el mayor crecimiento celular significativamente diferente a todos los cultivos donde se adicionaron las demás fuentes de carbono.

Por su parte, *B. megaterium* no presentó diferencias ($P \leq 0,05$) al comparar la concentración celular máxima en medio de cultivo con reactivos analíticos y medio de cultivo con melaza en la concentración de 1°Brix. Gouda *et al.* (2001) evaluaron la inclusión de melaza en el caldo de fermentación para la producción de polihidroxiacetato (PHA) por *B. megaterium* y registraron que el 3% (3°Brix) de inclusión de melaza favoreció el crecimiento bacteriano y cuando se adicionó solo el 2% de melaza, aumentó la producción de los (PHA). Kulpreecha *et al.* (2009), encontraron que cuando se adicionó melaza al 2% (2°Brix) y urea al 0,8% se obtuvo mayor producción de biomasa que al cultivar *B. megaterium* en sacarosa al 2%.

Producción de un inoculante a base de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal

Tabla 3. Concentración máxima celular de *Bacillus megaterium* y *Sphingomonas paucimobilis* en medio de cultivo definido y alternativo

Tratamiento	Concentración celular de <i>B. megaterium</i> (Cél/mL) ⁽¹⁾ (Cél/mL) ⁽¹⁾	Tratamiento	Concentración celular de <i>S. paucimobilis</i> (Cél/mL) ⁽¹⁾
T1 (1°Brix)	10,72a ⁽²⁾	T1 (2°Brix)	10,74a ⁽²⁾
T2 (3°Brix)	9,94b	T2 (4°Brix)	10,42b
T3 (Definido)	10,50ab	T3 (Definido)	10,20c

⁽¹⁾ Datos transformados a Log₁₀

⁽²⁾ Valores seguidos con la misma letra en la misma columna no presentaron diferencias significativas por el test de Duncan para un $\alpha = 0,05$ de significancia

La utilización de melaza como fuente de carbono compleja en los medios de cultivo para la producción de *S. paucimobilis* y *B. megaterium* incrementó el crecimiento bacteriano con respecto al suministro de glucosa y sacarosa respectivamente los caldos de fermentación con fuentes nutricionales definidas. Esto indica que el crecimiento bacteriano se ve favorecido en el medio alternativo formulado con melaza de caña y puede ser utilizado como un caldo de fermentación a nivel de laboratorio y proyectarse hacia una producción de mayor escala.

Esto ha sido atribuido a que la melaza de caña contiene mayores requerimientos nutricionales como carbohidratos (sacarosa y glucosa) como fuente de energía, componentes nitrogenados (aminoácidos, amonio) para la síntesis de biomasa microbiana, minerales o elementos traza (sodio, azufre, fósforo, calcio, magnesio, potasio, hierro) indispensables para la activación de enzimas, respiración celular y vitaminas (tiamina, riboflavina, piridoxina y niacinamida) como fuente de factores de crecimiento celular (Gouda *et al.*, 2001; Cárdenas *et al.*, 2002; Lara, 2008). La utilización de estos subproductos agroindustriales como principales componentes de los caldos de cultivo, reducen los costos de producción asociados con la elección del sustrato en las fermentaciones industriales, especialmente en países donde la agroindustria tiene un profundo impacto sobre

los productos de la canasta familiar (Nikel *et al.*, 2005) y se considera una alternativa viable de sustitución de los medios de cultivo definidos, en los cuales se aumentan los costos de producción y se obtiene menor contenido de biomasa celular necesaria para desarrollar el producto inoculante.

Conclusiones

El crecimiento celular bacteriano presentó mayores valores cuando se suministró un caudal de aireación de 1 VVM y se precisó un máximo tiempo de proceso de 28 h para *Bacillus megaterium* y de 32 h para *Sphingomonas paucimobilis*.

Se determinó que el medio de cultivo con inclusión de melaza favoreció la producción de biomasa de las bacterias *Sphingomonas paucimobilis* y *Bacillus megaterium* con respecto al medio definido que contiene reactivos grado analítico, lo cual permitirá desarrollar un inoculante a escala de laboratorio con bajo costo de producción.

Estas condiciones seleccionadas para el bioproceso son preliminares para el diseño de una producción a escala piloto de inoculantes biofertilizantes para ser utilizados en el cultivo de rosas y claveles de la región.

Referencias bibliográficas

- Bajaj, I.B., Saudagar, P.S., Singhal, R.S. and Pandey, A. 2006. Statistical approach to optimization of fermentative production of gellan gum from *Sphingomonas paucimobilis* ATCC 31461. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 102(3): 150-156.
- Borrego, S., Espinosa, M.E., Martí, E. y Fonseca, M. 2004. Optimización de un medio de cultivo salino para la producción de androstendiona a partir de colesterol usando la cepa *Mycobacterium* sp. MB-3683. *Biotecnología Aplicada* 1: 21-24.
- Cárdenas, D.M., Parada, C.M., Muñoz, Y.A. y Moreno, L.Y. 2002. Producción de proteína para alimentación animal mediante bioconversión de sustratos agropecuarios. *Revista Respuestas*, 7(1): 9-13.
- Cori de Mendoza, M.E., Rivas, N., Dorta, B., Pacheco de Delahaye, E. y Bertsch, A. 2006. Obtención y caracterización de dos concentrados proteicos a partir de biomasa de *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* cultivada en suero lácteo desproteínizado. *Revista científica, FCV-Luz* 16(3): 315-324.
- Díaz de Villegas, M.E., Villa, P. and Frías, A. 2002. Evaluation of the siderophores production by *Pseudomonas aeruginosa* PSS. *Rev. Latinoam. Microbiol.* 44(3-4): 112-117.
- Díaz, M., Semprún, A. y Gualtieri, M. 2003. Producción de proteína unicelular a partir de desechos de vinaza. *Revista de la Facultad de Farmacia*, 45(2): 23-26.
- Giavasis, I., Harvery, L.M. and McNeil, B. 2006. The effect of agitation and aeration on the synthesis and molecular weight of gellan in batch cultures of *Sphingomonas paucimobilis*. *Enzyme and Microbial Technology*, 38: 101-108.
- Gouda, M.K., Swellam, A.E. and Omar, S.H. 2001. Production of PHB by a *Bacillus megaterium* strain using sugarcane molasses and corn steep liquor as sole carbon and nitrogen sources. *Microbiol. Res.* 156: 201-207.
- Kulprecha, S., Booruangthavorn, A., Meksiriporn, B. and Thongchul, N. 2009. Inexpensive fed-batch cultivation for high poly (3-hydroxybutyrate) production by a new isolate of *Bacillus megaterium*. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 107(3): 240-245.
- Lara, C. 2008. Composición química de un medio de cultivo a partir de guayaba agria (*Psidium araca*) y su relación con la nutrición de los microorganismos ruminales. *Rev. Colomb. Biotecnol.* 10(2): 44-49.
- Nikel, P.I., Pettinari, M.J., Méndez, B. S. and Galvagno, M.A. 2005. Statistical optimization of a culture medium for biomass and poly (3-hydroxybutyrate) production by a recombinant *Escherichia coli* strain using agroindustrial by products. *International Microbiology*, 8: 243-250.
- Plazas, C. 2007. Mejoramiento de un medio de cultivo para la producción de un inoculante con base en bacterias fosfatodisolvilizadoras. Tesis de Grado. Microbiología Industrial. Pontificia Universidad Javeriana.
- Ramírez, M., Roveda, G., Bonilla, R., Cabra, L., Peñaranda, A., López, M., Tamayo, A., Navas, G.E. y Díaz, C.A. 2008. Uso de microorganismos con potencial como biofertilizantes en el cultivo de mora. Ed. Produmedios: Bogotá, D.C. 64 pp.
- Reyes, J.P., Contreras, B.L., López, S.M. 2006. Obtención de microorganismos nativos con potencial biofertilizante para su aplicación en los cultivos del invernadero "Flores Iscalá" de la Universidad Francisco de Paula Santander. Tesis de Grado. Ingeniería de Producción

Producción de un inoculante a base de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal

Biocnol3gica. Universidad Francisco de Paula Santander. 338 pp.

Rivera-Cruz, M.C., Ferrera-Cerrato, R., Volke-Haller, V., Fern3ndez-Linares, L. y Rodr3guez-V3squez, L. 2002. Adaptaci3n y selecci3n microbiana aut3ctona en medios de cultivo enriquecidos con Benzo(a)Pireno. *Agrociencia*, 36(5): 503-514.

S3nchez, L., Ortiz, S. y Hern3ndez, A. 2003. Obtenci3n de sider3foros a partir de *Burkholderia cepacia* y optimizaci3n del medio de cultivo para su producci3n. *Rev. Salud Anim.* 25(1): 27-33.

Sundara, R. and Sinha. 1963. Phosphate dissolving microorganisms in the soil and rhizosphere. *Indian J. Agric. Sci.* 33: 272-278.

Todar, K. 2008. Nutrition and growth of bacteria. University of Wisconsin- Madison Department of Bacteriology. En: < http://textbookofbacteriology.net/nutgro_3.html >

Torres, T. y Yepes, M. 2007. Evaluaci3n de medios de cultivo l3quidos y dos sistemas de separaci3n f3sicos para dos bacterias del g3nero *Azotobacter* sp. a nivel de laboratorio. Tesis de Grado. Ingenier3a Qu3mica. Fundaci3n Universidad de Am3rica.

Vishnuvardhan, S. and Thirumala, M. 2009. Production of PHB and P (3HB-co-3HV) biopolymers by *Bacillus megaterium* strain OU303A isolated from municipal sewage sludge. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 25: 391-397.

Resistencia a la corrosión marina en aceros austeníticos tipo fermanal (15,8Mn – 6,45Al – 5,56Cr – 0,358C)

William Aperador Chaparro^{1*} Alejandro Vargas Uscátegui² Jorge Hernando Bautista Ruiz³

Recibido:
Junio 23 de 2011

Aceptado:
Noviembre 30 de 2011

Resumen

En vista del enorme potencial que ofrecen las aleaciones Fe-Mn-Al como resistentes a la corrosión y similares a los aceros inoxidable de la familia Fe-Ni-Cr, se planteó evaluar los procesos corrosivos de la aleación 15,8Mn – 6,45Al – 5,56Cr – 0,358C (AF) y un acero inoxidable AISI 316 (AI), sometidos a condiciones de ambiente marino. El comportamiento frente a la corrosión se estudió mediante curvas de polarización Tafel y mediante la técnica de pulso galvanostático, técnicas con las cuales se obtuvieron los valores de densidad de corriente de corrosión de 1,7 y 0,1 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ y velocidad de corrosión de 0,54 y 0,04 mpy para los aceros fermanal e inoxidable respectivamente. Para la simulación del ambiente marino se empleó una solución al 3,5%wt. de NaCl en un medio no aireado.

Palabras Clave: aleaciones Fe-Mn-Al, corrosión marina, curvas de polarización Tafel, técnica de pulso galvanostático.

Abstract

Given the huge potential that the Fe-Mn-Al alloys shows in the use of corrosion resistant alloys that are similar to the family of stainless steels Fe-Cr-Ni it has been proposed the study of marine corrosion of the alloy 22,6Mn – 6,3Al – 3,1Cr – 0,675C (AF) and a stainless steel AISI 316 (AI). The study of the corrosion behavior was conducted through the use of Tafel Polarization Curves and Galvanostatic Pulse Technique, obtaining the values of corrosion current density of 1,7 and 0,1 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ and the corrosion rate of 0,54 and 0,04 mpy for fermalloy steel and stainless steel, respectively. The simulation of the marine environment was achieved using a solution of 3,5% wt. of NaCl non-aerated.

Keywords: Fe-Mn-Al Alloys, Marine Corrosion, Tafel Polarization Curves, Galvanostatic Pulse Technique.

¹Doctor en Ingeniería de los Materiales
Universidad Militar Nueva Granada,
Ingeniería Mecatrónica, Bogotá D.C,
Colombia.

²Estudiante de Doctorado en Ingeniería
de los Materiales
Departamento de Ciencia de los
Materiales, Universidad de Chile.
Santiago, Chile.

³Magister en Metalurgia y Ciencia de los
Materiales
Grupo de Investigación en Tecnología
Cerámica, Departamento de Física,
Universidad Francisco de Paula
Santander, San José de Cúcuta.
*E-mail: g.ing.materiales@gmail.com

Introducción

Desde el siglo pasado se han estudiado las aleaciones Fe-Mn-Al buscando mejorar sus propiedades mecánicas para posibles aplicaciones tecnológicas, debido a su ductilidad, a sus propiedades magnéticas y anticorrosivas [1]. En el mundo, la dinámica de investigación y desarrollo al respecto se ha enfocado en desarrollar aleaciones inoxidables con buenas propiedades tanto mecánicas como magnéticas, resistentes a la corrosión, en las que aleantes como el Cr y el Ni han sido reemplazados por el Al y el Mn respectivamente. Es así como aleaciones del sistema austenítico tipo “fermanal” (Fe-Mn-Al) han sido utilizadas en la industria porque además de las propiedades mencionadas, son livianas y tienen un bajo costo [2, 3]. Las aleaciones Fe-Mn-Al han despertado un enorme interés principalmente desde el punto de vista tecnológico, porque presentan grandes similitudes con los aceros inoxidables convencionales, los cuales son producidos con base en la aleación ternaria Fe-Ni-Cr. En estos aceros, el Cr estabiliza la fase BCC o ferrítica y le da el carácter inoxidable al producir una capa superficial muy fina de óxido de Cr que protege el acero de futura oxidación, ya que es una película pasivante [4]. Este mismo papel lo desempeña el Al en las diferentes aleaciones. El Ni estabiliza la fase FCC o austenítica, la cual tiene las mejores propiedades mecánicas. La misma función la cumple el Mn en diferentes aleaciones [5]. Una ventaja de los aceros con base en Fe-Mn-Al, llamados aceros Fermanal, con relación a los aceros convencionales es que tienen menor costo y peso, además de presentar excelentes propiedades mecánicas y buena resistencia a la oxidación [6]. Este tipo de características hace que estos aceros sean aptos para diversas aplicaciones, desde biomédicas hasta en el manejo de sustancias a temperaturas criogénicas [7].

La investigación sobre el comportamiento frente a la corrosión de estas aleaciones incluye el estudio sobre ambientes con NaCl a alta temperatura, donde es posible observar

mecanismos de oxiclорinación, propios de la industria de incineradores y manejo de residuos sólidos domiciliarios; en estos casos se ha observado que las aleaciones típicas Fe- 30,1Mn- 6,93Al- 0,86C dopados con 3,04Cr son fuerte competencia de los aceros inoxidables, ya que estos presentan volatilización del Cr a través de cromatos de cloro y sodio, mientras que el fermanal presentan una capa aislante de Al_2O_3 en las zonas más externas con presencia de Cr_2O_3 en las zonas más internas de la superficie, lo cual se demostró al someter a ensayo aleaciones con mayor contenido de Al [8].

Sin embargo, a pesar del desarrollo de tan importantes investigaciones aún no se cuenta con la información suficiente en la literatura que incluya los mecanismos de corrosión y su comportamiento en diferentes medios agresivos de esta serie de aleaciones, mientras que sí se ha probado ampliamente en condiciones de corrosión bajo tensión y oxidación a alta temperatura [2,7].

La combinación C-Mn tiene por objeto extender y estabilizar la región gama en el hierro, reteniendo la estructura FCC, esencial para altas temperaturas. Por otro lado, el aluminio parece desempeñar un papel determinante respecto a la resistencia a la corrosión, promoviendo óxidos superficiales [9]. Es necesario tener en cuenta que la proporción de ambos elementos de aleación determina la composición de fases del material, de tal forma que para obtener una estructura austenítica las composiciones deben encontrarse en el siguiente rango: Mn: 29-30%; Al: 6,5-8%; C>0,65% y debe realizarse un solubilizado entre 1000 y 1100°C y posterior temple para obtener una estructura monofásica austenítica, libre de cualquier precipitado [10].

En el desarrollo del presente trabajo de investigación se estudió el comportamiento a la corrosión en medio marino simulado de la aleación Fe-Mn-Al (Fermanal), frente al comportamiento de un acero inoxidable comercial AISI 316. Para tal efecto se hace uso

de técnicas electroquímicas convencionales, como las curvas de polarización Tafel, y la implementación de la técnica de Pulso Galvanostático.

Procedimiento experimental

Materiales

En el presente trabajo de investigación se emplearon dos aceros austeníticos, uno de la familia Fe-Mn-Al (AF) y otro comercial de la familia Fe-Cr-Ni AISI 316 (AI), cuyas composiciones químicas se presentan en la tabla 1.

Las muestras AF fueron preparadas a partir de materiales de alta pureza en un horno de inducción; se forjaron a 1100 °C, luego se homogenizaron a 1100 °C durante 11 horas y posteriormente se laminaron hasta 2,5 mm de espesor. Las probetas de las diferentes aleaciones se cortaron con el tamaño de trabajo mediante máquina de corte y posteriormente recocido a 1100 °C durante una hora en un horno tubular con un flujo de argón y temple a temperatura ambiente. Por último, mediante un baño de acetona y ultrasonido se limpiaron y finalmente se secaron al aire.

Tabla 1. Composición química nominal (% en peso) de los aceros AF y AI.

Elemento	AF	AI
Al	6,45	--
Mn	15,8	2,0
C	0,36	0,08
Cr	5,56	17,0
Si	--	1,0
Mo	--	2,50
Ni	--	12,0
Fe	Balance	Balance

Las muestras para los ensayos electroquímicos fueron mecanizadas con un diámetro de 14 mm y un espesor de 2,5 mm. El acero AI se analizó bajo condiciones comerciales de entrega, mientras que el acero AF fue analizado en una condición de tratamiento térmico de envejecimiento, consistente en solubilización a 1100 °C por dos horas, seguido de un tratamiento de envejecimiento convencional a 550 °C por 16 horas, el cuál proporciona el pico más alto de propiedades mecánicas [12].

Ensayos electroquímicos

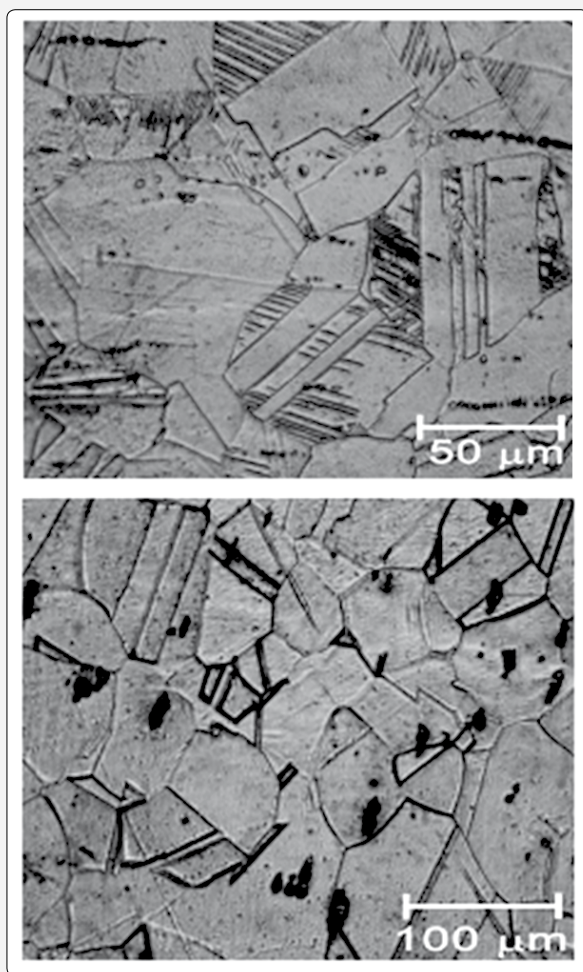
Con el objetivo de proporcionar una superficie con excelente acabado superficial que minimice las posibilidades de corrosión localizadas durante el ensayo, las muestras fueron sometidas a un proceso de pulido tipo espejo con papel abrasivo de tamaño creciente de SiC, desde número 100 hasta 1200, y finalmente con suspensiones de alúmina (Al_2O_3) de 1 y 0,05 μm en disco giratorio. De igual forma, las aleaciones fueron sometidas a un proceso de limpieza ultrasónica en un baño de acetona y secadas antes de su uso.

La caracterización electroquímica se desarrolló a temperatura ambiente en un equipo Gamry modelo PCI-4 mediante las técnicas de curvas de polarización Tafel y pulso galvanostático. Se empleó una celda compuesta por el electrodo de trabajo (muestra a analizar) con un área expuesta de 1 cm^2 , un electrodo de referencia de Calomel Saturado (SCE) y como contraelectrodo de platino en una solución de NaCl al 3,5% wt. (pH = 7,8) preparada con agua destilada; se eligió esta solución debido a que simula una solución marina además corroe metales activos formando los cloruros sobre el metal. Las mediciones de pulso galvanostático (GPT) se desarrollaron con la aplicación de corriente en el rango de 10 a 100 mA durante 10000ms. Los diagramas de Tafel se obtuvieron a una velocidad de barrido de 1 mV/s en un rango de voltajes -200 mV hasta +1,2 V vs. E_{corr} [14].

Resultados y discusión

La microestructura, estudiada antes de los respectivos análisis de corrosión y mostrada en la figura 1, está compuesta básicamente de granos poligonales maclados de austenita en ambos aceros, AF y AI. El acero AF muestra además la presencia de una segunda fase, ferrita en borde de grano en un porcentaje bajo.

Figura 1. Micrografías ópticas de las aleaciones a) AI y b) AF. Ataque con Agua Regia (1 HCl : 3 HNO₃).



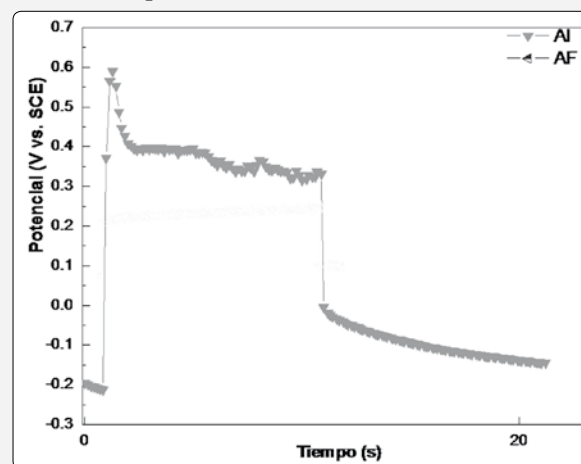
La Técnica de Pulso Galvanostático (GPT) fue implementada para aplicaciones de campo en el año 1988, para superar los problemas que se presentaban en la interpretación del riesgo de corrosión en estructuras de concreto reforzado. Desde la aprobación de esta técnica, los trabajos desarrollados, se han conducido

para estimar los parámetros electroquímicos: resistencia del concreto, capacitancia de la doble capa, y la velocidad de corrosión del acero en estructuras de concreto reforzado [12,13].

La figura 2 corresponde a los gráficos de potencial vs. tiempo, obtenidos a partir de GPT de los aceros AI y AF en medio marino no aireado. Se observa mayor actividad de las muestras de acero AF frente a las muestras AI.

La relativa alta resistencia a la polarización obtenida en ambos casos se atribuye a las propiedades inherentes del electrolito, como: la movilidad iónica, el potencial de hidrógeno y la presencia de especies depolarizantes; en cuyo caso se atribuye al medio salino el aporte de especies depolarizantes (ión Cl⁻).

Figura 2. Gráficos potencial vs. tiempo obtenidos por GPT en 3,5% wt. NaCl.



La variación de la Resistencia a la Polarización (Rp) en términos de la velocidad de corrosión en la evaluación mediante la técnica de pulso galvanostático (GPT) se observa en la figura 3. Los valores obtenidos por esta técnica implican un mayor avance del fenómeno corrosivo para muestras de acero AF en comparación con las muestra de acero AI. No obstante, es posible aseverar que conforme se aumente el tiempo de exposición del material en el medio se presentará consumo continuo de ambos materiales con la formación de un óxido estable sobre la superficie [14].

Figura 3. Variación de la resistencia a la polarización en GPT en un medio 3,5% wt. NaCl.

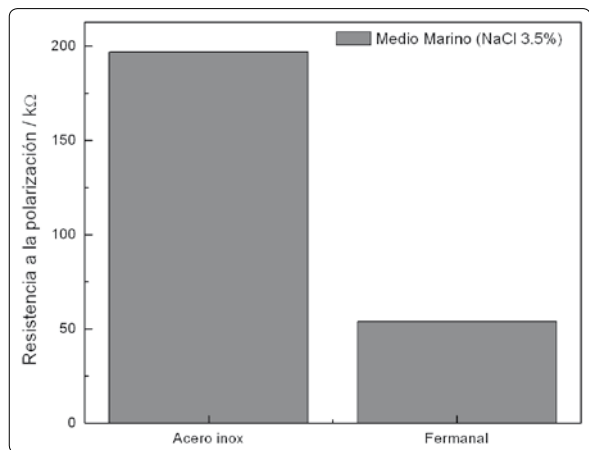
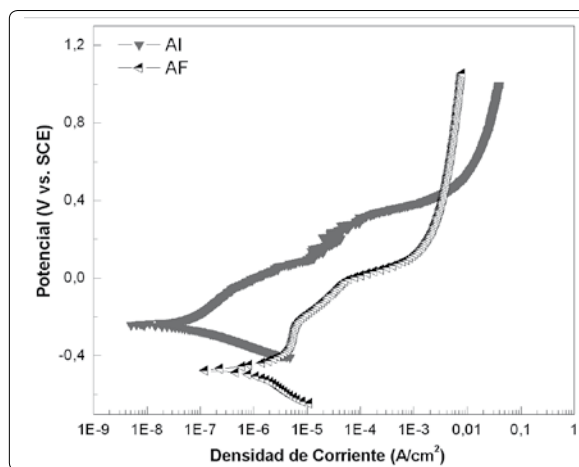
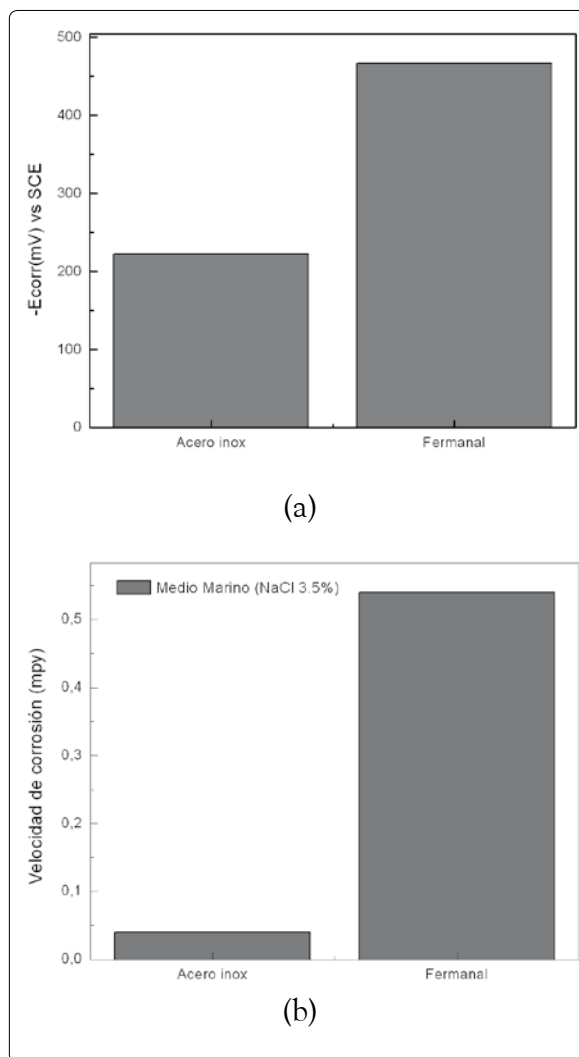


Figura 4. Curvas de polarización Tafel en un medio marino simulado.



Es posible observar, en la figura 4, el comportamiento catódico-anódico de las muestras de acero estudiadas mediante curvas de Polarización Tafel. En ambos tipos de aceros se nota la existencia de una zona catódica, proceso gobernado por una cinética de transferencia de carga. En la zona anódica el proceso parece estar más influenciado por una cinética de transferencia de masa en el acero AF con respecto a las muestra de acero AI. El efecto del medio marino sobre el acero AI es notorio en cuanto a la pasivación inestable se refiere porque el material no logra alcanzar una zona con densidad de corriente constante, mientras el acero AF alcanza dicha densidad constante pero a un valor muy cercano a la densidad de corriente crítica indicando la existencia de una capa protectora relativamente débil sobre la superficie del metal. En cuanto al punto de intersección de las ramas anódica y catódica, se observa que los valores de E_{corr} presentados en los dos tipo de aceros son comparables, mientras que los valores de I_{corr} son muy diferentes entre si. Los valores de potencial de corrosión y velocidad de corrosión mostrados en la figura 5 (a) y (b), respectivamente.

Figura 5. Variación en Tafel de a) potencial de corrosión y b) velocidad de corrosión en condiciones estáticas.



Es posible concluir parcialmente que el bajo desempeño de los aceros AF, puede atribuirse a la composición de aleantes diferentes al Cr y Ni, es decir a componentes con Al y Mo.

Conclusiones

Debido a la existencia de una estructura en forma mayoritaria del tipo austenita en el acero AF, la presencia de una segunda fase, ferrita en borde de grano en baja proporción, afecta negativamente el comportamiento de este acero frente al acero AI dada la formación de micropares galvánicos sobre la superficie de los aceros, aumentando la tendencia al picado.

El comportamiento electroquímico del acero AI es notablemente superior en términos de la baja actividad termodinámica y la baja cinética de deterioro, es importante notar como el acero fermanal es comparable a este material en términos del potencial de corrosión al analizar los datos de GPT.

Es necesario notar que el acero AF muestra una zona de pasivación relativamente estable a diferencia del acero AI que muestra cambios en la densidad de corriente para un mismo potencial lo cuál ofrece un indicio de la presencia de fenómenos de corrosión localizada.

Los efectos sobre la microestructura del tratamiento térmico sobre el acero AF tienen una gran incidencia en su comportamiento electroquímico al punto que las diferencias en el potencial y densidad de corriente de corrosión son notorias con respecto al acero AI.

Dado el corto tiempo de valoración de la técnica GPT (22 s Aproximadamente), es necesario continuar con su implementación en este tipo de sistemas contrastando los resultados con respecto a técnicas como Curvas de Polarización Tafel.

Referencias bibliográficas

[1] Muñoz, B.; Pérez, G. "Análisis Comparativo De Las Propiedades Estructurales De Las Aleaciones Fe-

Mn-Al-C-Cu". Revista de la Sociedad Colombiana de Física (2005).

[2] Rodríguez, R. "Construcción de un Transductor de Velocidad y su Aplicación al Estudio de la Serie de Aleaciones Fe_{0,70}Mn_{0,3-q}Al_q donde $0,025 < q < 0,125$ ". Facultad de Ciencias, Departamento de Física. Universidad del Valle, Cali (1997).

[3] Mina, E.; Prieto, H.; Aguilar, Y.; Rodríguez, V.; Morales, G.; Pérez, G. "Análisis Estructural de los Aceros Austeníticos Fe-Mn-Al-C". Informetal, ISSN 0122-1299. Año XVI, N. 45 (1995).

[4] Dunning J.S., Alman D. E. En: 17th Annual Conference on Fossil Energy Materials, Baltimore, MD, April 22-24, 2003, U.S. DOE, National Energy Technology Laboratory

[5] Lins V. F., Freitas M. A., Paula e Silva E. M. "Corrosion resistance study of Fe-Mn-Al-C alloys using immersion and potentiostatic tests" Applied Surface Science. 2005; 250 (1-4): 124-134.

[6] Pérez Alcázar G. A. "Propiedades estructurales y magnéticas de aceros Fe-Mn-Al, "Fermanal"" Rev. Acad. Colomb. Cienc. 2004; 28(107): 265-274.

[7] Zhang Y. S., Lu X., Tian X., Qin Z. "Compositional dependence of the Néel transition, structural stability, magnetic properties and electrical resistivity in Fe-Mn-Al-Cr-Si alloys" Materials Science and Engineering. 2002; 334 (1-2): 19-27.

[8] Wang C.J., Chang Y.C. "NaCl-induced hot corrosion of Fe-Mn-Al-C alloys" Materials Chemistry and Physics. 2002; 76 (2): 151-161.

[9] Mina, E.; Prieto, H.; Aguilar, Y.; Rodríguez, V.; Morales, G.; Pérez, G.

“Análisis Estructural de los Aceros Austeníticos Fé-Mn-Al-C”. Informetal, ISSN 0122-1299. Año XVI, N. 45 (1995)..

- [10] E. MINA, HIDALGO PRIETO, YESID AGUILAR, VÍCTOR F. RODRÍGUEZ, G. MORALES, G. A. PÉREZ ALCÁZAR. “Análisis Estructural De Las Aceros Austeníticos Fe-Mn-Al-C.” Informetal. Año XVI N. 45 Oct-Nov 1995.
- [11] Quingshene R. “Ternary Alloys”. G. Pezow and G. Effenberg, Eds, pp. 250-64. 1988
- [12] Alvarez, M., Aperador, W., Fernandez, O., Ortiz, C., Vera, E., Mejia DE Gutierrez, R. “Desarrollo de la Técnica de Pulso Galvanostático para Medición de Corrosión sobre la Interfase Concreto-Acero” *Sciencia et Technica*, No. 36. Septiembre de 2007. pp. 579 - 584
- [13] Fernandez, O., Alvarez, M., Mora, M., Aperador, W., Ortiz, C., Vera, E., “Implementación de las Técnicas de Pulso Galvanostático (Galvapulse) y Modulación de Frecuencia Electroquímica (EFM) para Evaluar Corrosión en Sistemas Pasivos” En el marco de IX Congreso Nacional en Corrosión y Protección. Barranquilla, Mayo de 2007. Colombia.
- [14] Vargas A, Aperador W, Ortiz C, Betancur J, Wang C., “Estudio de la corrosión en ambiente marino de aleaciones del sistema fermanal mediante técnicas electroquímicas” Suplemento de la *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales* 2009; S1 (1): 251-257.

Efecto de fibras micro y nanométricas de carbono en el comportamiento dinámico-mecánico y tribológico de la poliéter-éter cetona

Bladimir Ramón Valencia¹ | Jose Ramon Sarasua² | Elena Fuentes³

Recibido:
Mayo 26 de 2011

Aceptado:
Diciembre 10 de 2011

Resumen

En este artículo, se analiza el efecto de la incorporación de fibras micrométricas de carbono (FC) y nanofibras de carbono (NFC), en una matriz termoplástica de poliéter-éter cetona (PEEK), sobre las propiedades dinámico-mecánicas y tribológicas de los compuestos obtenidos. Se elaboraron compuestos de PEEK reforzado con fibras de carbono micrométricas y nanométricas mediante la técnica de extruido y moldeado por inyección, en diferentes proporciones (0,6; 1; 3 y 5% en peso). Las probetas se enfriaron desde el estado fundido en un molde refrigerado con agua, obteniendo diferentes grados de cristalinidad. A fin de contrarrestar la disparidad de la cristalinidad, se realizó un tratamiento térmico a las diferentes formulaciones, con el objeto de homogenizar la estructura cristalina del PEEK. Las propiedades dinámico-mecánicas mostraron incrementos de la rigidez por debajo de la temperatura de transición vítrea para los sistemas que contenían refuerzo, siendo la concentración con mayor cantidad de fibras (micro/nano), las que presentaban mejor comportamiento con respecto a la matriz sin refuerzo. Así mismo, se realizó un estudio tribológico llevando a cabo ensayos oscilatorios, bajo movimiento lineal-recíproco de alta frecuencia, en un tribómetro SRV con los diferentes tipos de compuestos, evaluando su comportamiento en fricción y desgaste. En este sentido, la matriz termoplástica sin refuerzo ofreció el peor comportamiento en cuanto a fricción y desgaste, registrando el coeficiente de fricción más alto y la mayor profundidad de huella. La adición de diferentes porcentajes de fibra de carbono, implicó una reducción del coeficiente de fricción y del desgaste, tanto mayor cuanto más alta fue la proporción de fibra añadida.

Palabras clave: Compuestos, nanofibras de carbono, matriz termoplástica, propiedades dinámico-mecánicas y tribológicas.

Abstract

In this work, the effect of carbon nano- and microfibers on the dynamic mechanical and tribological properties of the thermoplastic polymer polyether ether ketone

¹Grupo de Investigación en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Pamplona (GIMUP), Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Pamplona, Colombia. hbladimir@unipamplona.edu.co.

²Grupo de Investigación de Biopolímeros y Materiales Termoplásticos (BMTP), Departamento de Minería y Metalúrgica y Ciencia de los Materiales, Universidad del País Vasco, España. jr.sarasua@ehu.es

³Dpto de Procesos de Fabricación, Fundación Tekniker, Eibar, España

(PEEK) was studied. The compound materials were obtained by blending PEEK and carbon nano- and microfibers in different proportions (0.6, 1, 3 and 5 wt% of fibers) using melt extrusion and injection molding. The samples were injected into a mold and cooled with water. Thereby different degrees of crystallinity of the polymer were obtained. Therefore, all samples were heat treated after the cooling process in order to homogenize the crystalline structure of PEEK. The characterization of the dynamic mechanical properties of the reinforced samples showed an increase in the stiffness below the glass transition temperature compared to pristine PEEK. The performance could be further improved by increasing the amount of carbon fibers where blends with 5 wt% of fibers exhibited the highest stiffness values. Furthermore, tribological tests were conducted under oscillation at high frequency in reciprocal-linear motion in a SRV tribometer to determine the friction and wear coefficient of the samples. The pristine PEEK provided the worst performance revealing the highest friction and wear coefficient of all samples. The addition of carbon fibers reduced the friction and wear coefficient and the best results were obtained with high loads of carbon fibers.

Keywords: Composites, PEEK, carbon nanofibers, thermoplastic matrix, dynamic mechanical and tribological properties.

Introducción

Debido a su elevada resistencia mecánica y sumada a su baja densidad, las fibras de carbono se han convertido en un material de refuerzo por excelencia para materiales poliméricos, incrementando las propiedades mecánicas de resinas poliméricas tanto termoestables como de tipo termoplástico [1].

Entre las aplicaciones más importantes de las fibras de carbono se pueden señalar sectores industriales, donde equipos y partes mecánicas deben poseer características de máxima exigencia mecánica y en donde el costo pueda justificar su funcionamiento. La industria militar, aeroespacial y la del deporte, tanto el de alta competición como el biomédico, son algunos ejemplos de sectores en donde se pueden incorporar piezas diseñadas para fabricación de accesorios en fibra de carbono [2].

Las nanofibras de carbono han despertado en los últimos años un gran interés en la comunidad científica, por sus excelentes propiedades mecánicas y eléctricas así como por sus buenas características térmicas, sobresaliendo su adecuada conductividad térmica [3].

Las NFC se obtienen a partir de la descomposición térmica de hidrocarburos, tales como el benceno y el metano, en presencia de partículas metálicas que actúan como agentes catalizadores a través de un lecho fluidizado [4]. Actualmente se registran en la literatura varios trabajos de investigación de compuestos de matriz PEEK empleando como refuerzo nanofibras de carbono [5,6].

Varios autores han reportado sus resultados en numerosas publicaciones, explicando la influencia de las nanofibras de carbono en las propiedades visco-elásticas del PEEK, entre los más representativos se tiene a J. Sandler y su grupo de colaboradores [5] con resultados

Efecto de fibras micro y nanométricas de carbono en el comportamiento dinámico-mecánico y tribológico de la poliéter-éter cetona

similares a los obtenidos en este trabajo, principalmente con incrementos del módulo de almacenamiento G' con cantidades del 15% en peso de NFC.

Por otra parte, los aportes en la literatura, relacionados con las propiedades tribológicas de polímeros, es escasa, probablemente se debe a su estructura bifásica y al comportamiento visco-elástico. Si ahora se incorpora otro componente como la fibra de carbono, su interpretación relacionada con la fricción y el desgaste sería aun más compleja. Por tanto, en el presente trabajo, se analizan los parámetros que permitan explicar los fenómenos que conllevan la incorporación de fibras de tamaño micrométrico y nanométrico de carbono en las propiedades dinámico-mecánicas y tribológicas de la poliéter éter cetona.

Material es y métodos

Las nanofibras de carbono (NFC), empleadas en este estudio, fueron suministradas por el Grupo Español Antolín S.A. Las NFC están constituidas por redes hexagonales de átomos de carbono, enrollados en espiral, formando cilindros concéntricos. Su forma presenta la típica estructura conocida como de bambú [7], con diámetros de fibra que oscilan entre los 40-400 nm y longitudes que superan las 80 μm . Poseen excelentes propiedades mecánicas con valores de módulo de Young alrededor de los 200 GPa [3]. La matriz de poliéter-éter cetona (PEEK) utilizada fue grado Victrex 450G, suministrada en forma de grana. Este polímero aromático lineal es semicristalino, con una temperatura de transición vítrea (T_g) de 143 °C y una temperatura de fusión (T_m) de 343 °C. Dentro de los materiales de partida se utilizó PEEK/30% FC de grado 450CA30 que, mediante su mezcla con PEEK puro, dio lugar a los compuestos PEEK /FC.

Los compuestos de PEEK reforzado con fibras/nanofibras de carbono se prepararon en una extrusora Brabender Plasticorder PL 2000. Se elaboraron compuestos de PEEK reforzado con fibras de carbono micrométricas

y nanométricas en diferentes proporciones (0,6; 1; 3 y 5% en peso). La preparación de los compuestos se llevó a cabo en una máquina Inyectora Meteor 100/30 H a 380 °C. Las muestras se enfriaron en el molde utilizando agua como medio de refrigeración. Posteriormente, a fin de garantizar el mismo grado de cristalinidad en todas las muestras, se llevó a cabo un tratamiento térmico de recocido a 220 °C durante 30 minutos.

El estudio dinámico-mecánico se llevó a cabo en un Analizador Dinámico-Mecánico Mettler-Toledo DMA/SDTA861, a una velocidad de calentamiento de 3 °C/min y una frecuencia de 1 Hz, empleando un sistema de mordazas en modo de cizalla.

Los ensayos tribológicos de fricción y desgaste se llevaron a cabo en el Tribómetro SRV III de Optimol, que ofrece un movimiento oscilatorio lineal-recíproco de alta frecuencia, siguiendo una configuración de "bola sobre disco", de acuerdo a la norma ASTM D6425. Las condiciones fueron: carga de 50/150N, frecuencia oscilación de 10 Hz, amplitud oscilación de 2 mm, temperatura de 25 °C y 30 minutos de duración. Se emplearon bolas del tradicional acero de rodamientos AISI 52100 (C: 1%, Mn: 0,35%, Si: 0,3%, Cr: 1,5%, P < 0,025%, S < 0,025% en peso) de 10 mm de diámetro, dureza: 60 ± 2 HRc y rugosidad, Ra: $0,025 \pm 0,005 \mu\text{m}$. Los discos de material polimérico empleados tenían 20 mm de diámetro

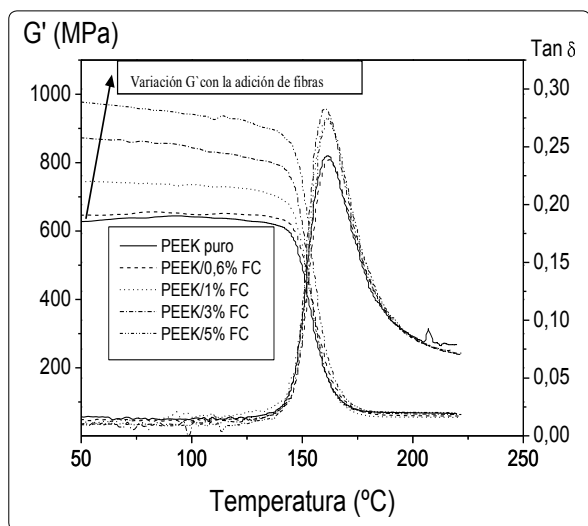
Resultados y discusión

Análisis dinámico-mecánico (DMA)

En la figura 1, se representa el comportamiento dinámico-mecánico de la poliéter-éter cetona (PEEK) y de sus compuestos de fibras de carbono micrométricas, en un rango de temperaturas comprendido entre 15°C y 220 °C. Se observa un aumento en el módulo de almacenamiento (G') a medida que se incrementa el contenido de fibra, alcanzando su máximo valor para la concentración

con 5% FC, que corresponde al 64 % con respecto a la resina sin fibra. Estos valores son representativos, en el rango de temperaturas, entre 15°C y la temperatura de transición vítrea 140 °C. El comportamiento de la $\tan \delta$, que corresponde a la variación de la fase amorfa móvil, no presenta cambios significativos con la adición de fibras de carbono.

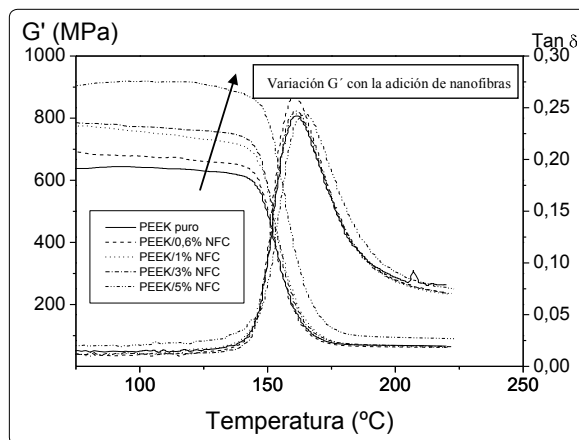
Figura 1. Análisis dinámico-mecánico de compuestos de PEEK/FC en función de la temperatura.



Para el sistema reforzado con nanofibras de carbono Figura 2, el comportamiento de las propiedades visco-elásticas es similar al encontrado con las fibras cortas de carbono. El módulo de almacenamiento (G'), se incrementa en un 50% para los compuestos con cantidades de NFC de 5% en peso. Resultados similares se han reportado, en relación al incremento del módulo de almacenamiento del PEEK mediante la incorporación de nanotubos de carbono [8].

Otro aspecto a valorar es el incremento en la estabilidad térmica de la matriz, principalmente para contenidos en NFC del 5%. Esto se atribuye, a la restricción del movimiento de las cadenas poliméricas, ejercida por las nanofibras y como consecuencia se observa un ligero desplazamiento de la T_g hacia temperaturas mayores.

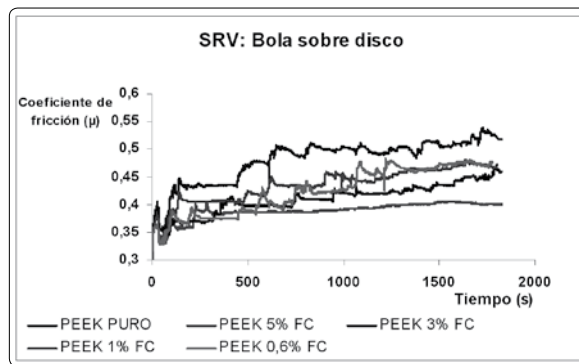
Figura 2. Análisis dinámico-mecánico de compuestos de PEEK/NFC en función de la temperatura.



Ensayos tribológicos de fricción y desgaste

En la figura 3, se puede visualizar la evolución del coeficiente de fricción (μ), en el tiempo para los sistemas PEEK y PEEK/FC ensayados ante un disco de acero AISI 52100 usado para fabricar rodamientos.

Figura 3. Evolución del μ en el tiempo para PEEK y PEEK/FC frente a acero rodamientos



El mayor coeficiente de fricción lo registra la matriz termoplástica pura. La adición de diferentes porcentajes de fibra de carbono implica una disminución de dicho parámetro con respecto al de la matriz sin refuerzo. Destaca la formulación de PEEK/5% FC, quien registró el mejor comportamiento en cuanto a fricción, presentando el coeficiente de fricción más bajo y estable. A medida que aumenta el porcentaje de fibra de carbono se detecta, en general, un menor coeficiente de

Efecto de fibras micro y nanométricas de carbono en el comportamiento dinámico-mecánico y tribológico de la poliéter-éter cetona

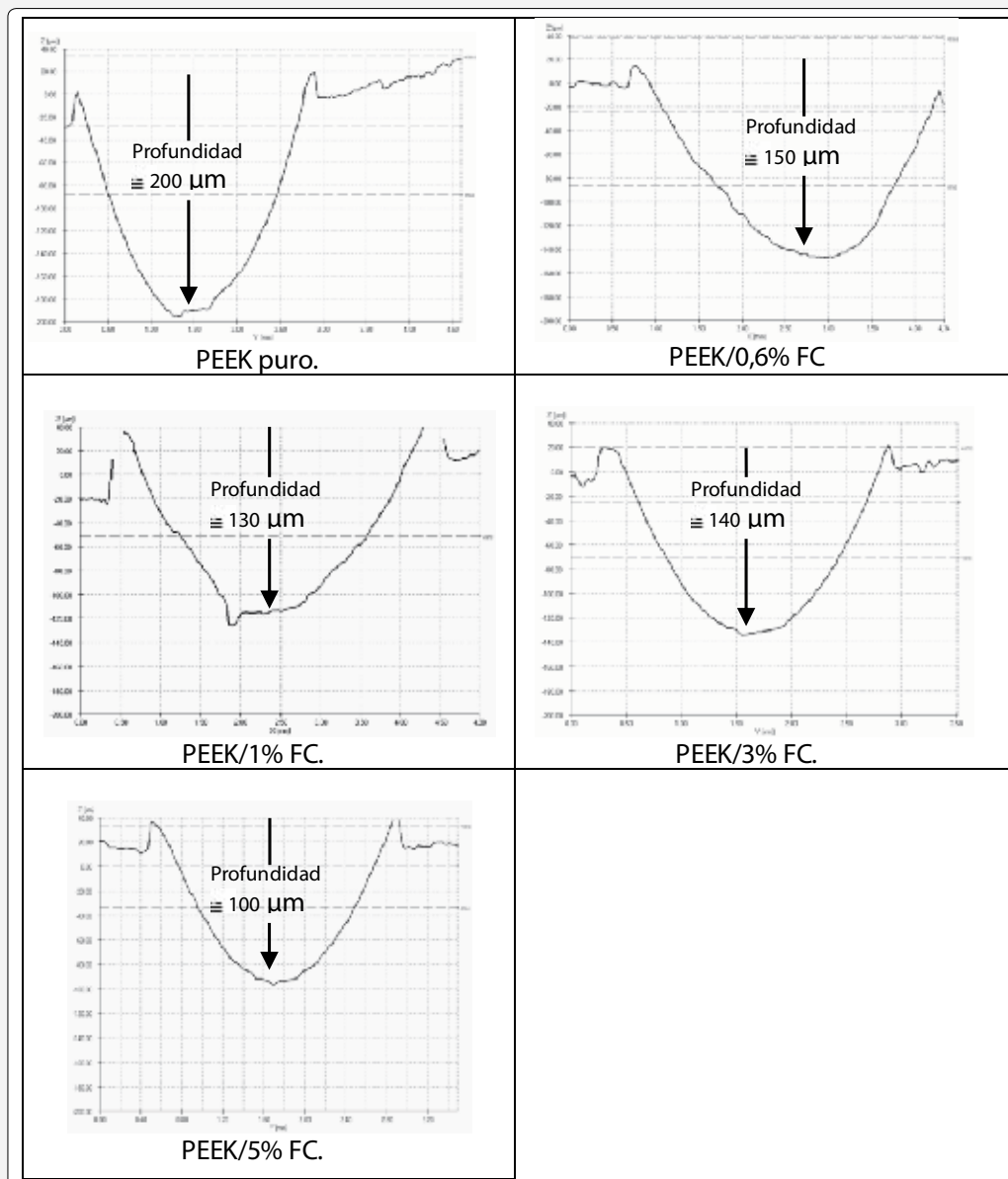
fricción, si bien, en el caso de los porcentajes más bajos, 0,6 y 1%, se obtuvo un coeficiente de fricción estable similar entre ellos.

En cuanto al desgaste, únicamente se cuantificó la huella producida en los discos de material polimérico, empleando un microscopio confocal que permitió realizar topografías en 3D y perfiles en 2D, siendo su resolución en la profundidad Z de 10 nm y en el plano XY de 0,5 μm .

En la figura 4 se visualiza que la máxima

profundidad de huella (equivalente al mayor desgaste), se obtiene con la matriz PEEK pura. Al igual que ocurrió en fricción, el mejor comportamiento frente al desgaste lo ofrece el compuesto de PEEK/5% FC (profundidad de huella entorno a 100 μm), con lo que se puede decir que con un 5% de fibras de carbono se reduce el desgaste en el disco en un 50%. Las profundidades de huella obtenidas con un 0,6%, 1% y 3% en peso de fibra de carbono son muy similares entre sí (150-130 μm), pero notablemente menores que la obtenida en el material PEEK puro (200 μm).

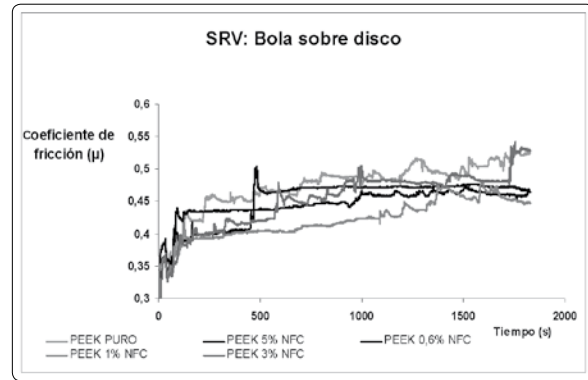
Figuras 4. Perfiles en 2D de las huellas en los discos PEEK/% FC



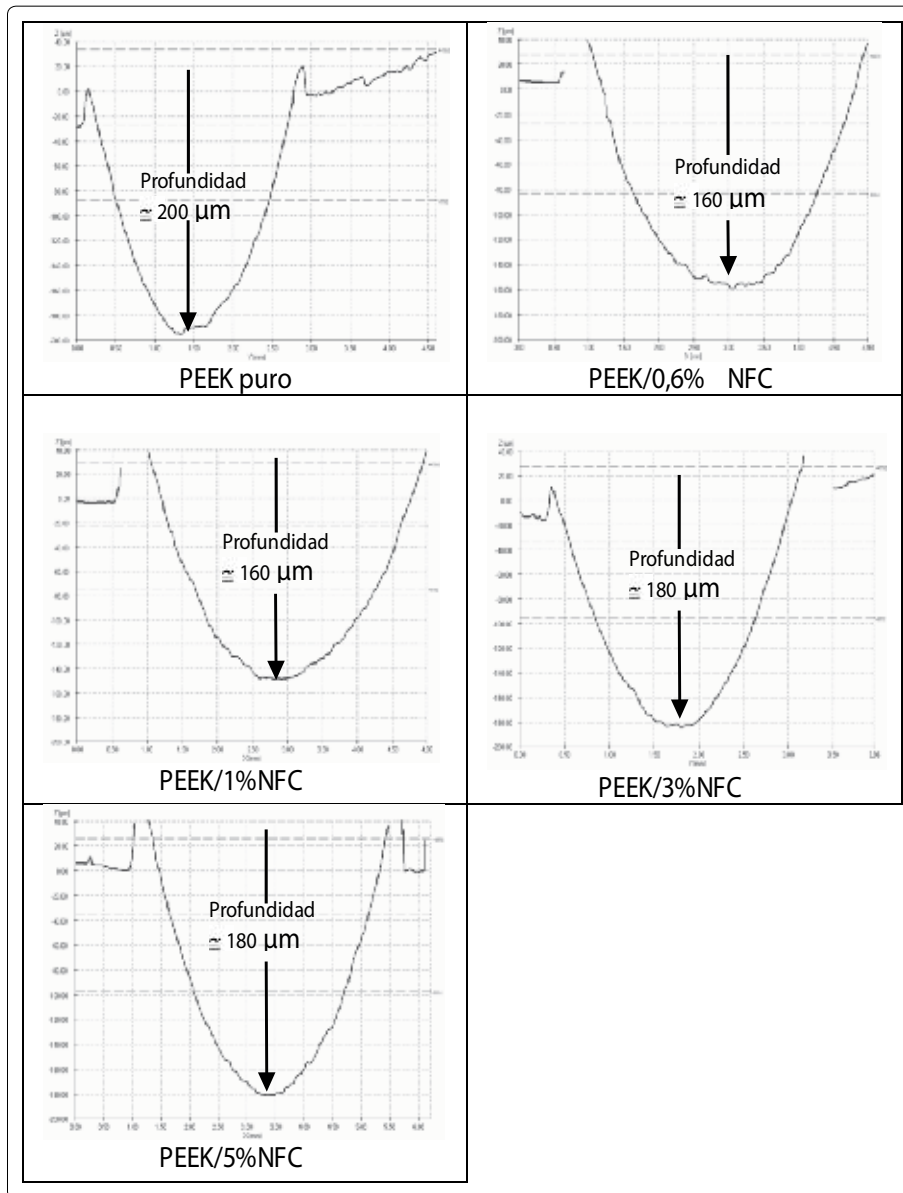
Las huellas en las bolas fueron analizadas mediante microscopía óptica. En el caso del material PEEK puro se consideran inapreciables. Sin embargo, las huellas obtenidas en las bolas de acero frente a los compuestos y nanocomposites se presentan bastante definidas, ofreciendo un aspecto de desgaste adhesivo (película de transferencia) más que de desgaste abrasivo.

En la figura 5, se visualiza la evolución del coeficiente de fricción en el tiempo para los sistemas PEEK y PEEK/NFC frente a un acero de rodamientos.

Figura 5. Evolución del μ en el tiempo para PEEK y PEEK/NFC frente a acero rodamientos



Figuras 6. Perfiles en 2D de las huellas en los discos PEEK/% NFC



Efecto de fibras micro y nanométricas de carbono en el comportamiento dinámico-mecánico y tribológico de la poliéter-éter cetona

La adición de nanofibras de carbono reduce ligeramente el coeficiente de fricción. Si embargo, no se observa una tendencia en la reducción del coeficiente de fricción al adicionar nanofibras de carbono, siendo la formulación con 1% en peso de NFC la que presentó el menor coeficiente de fricción.

En cuanto al desgaste, nuevamente fue medida la huella producida en los discos de material polimérico, empleando un microscopio confocal. En las figuras 6, se pueden observar los diferentes perfiles, en 2D de las huellas formadas sobre los discos.

Nuevamente, la máxima profundidad de huella (correspondiente al mayor desgaste) se obtiene en el material PEEK puro. Con los distintos porcentajes de nanofibras de carbono estudiados se alcanzaron profundidades de huellas muy similares entre sí y no muy diferentes de las del PEEK puro.

En la tabla 1 se recogen los valores de coeficiente de fricción medio y de profundidad de huella en los discos, obtenidos para todos los tribosistemas analizados en las condiciones ensayadas

Tabla 1. Valores medios de coeficiente de fricción y profundidad de huella en discos fabricados con los diferentes compuestos analizados

Disco	Coficiente de fricción medio (μ)	Profundidad huellas discos (μm)
PEEK PURO	0,48	~200
	0,47	
PEEK/ 5% FC	0,40	~100
	0,39	
PEEK/ 3% FC	0,42	~140
	0,41	
PEEK/1% FC	0,42	~130
	0,43	
PEEK/0,6 % FC	0,42	~150
	0,43	
PEEK/ 5% NFC	0,45	~180
	0,45	
PEEK/3% NFC	0,45	~180
	0,44	
PEEK/1% NFC	0,42	~160
	0,43	
PEEK/0,6 % NFC	0,43	~160
	0,44	

El material PEEK puro registró el peor comportamiento en cuanto a fricción y desgaste, ofreciendo el coeficiente de fricción

más alto y la mayor profundidad de huella. La adición de diferentes porcentajes de fibra de carbono, implica una reducción del coeficiente de fricción y desgaste, tanto mayor cuanto más alto es la proporción de fibra añadida. El resultado obtenido con un 0,6% y un 1% de fibra de carbono es muy similar, no observándose diferencia de comportamiento en cuanto a fricción y desgaste. Esta mejora de comportamiento tribológico observado, tras la adición de fibra de carbono no se pone de manifiesto cuando al material PEEK puro se le añaden nanofibras de carbono. La adición de nanofibras de carbono reduce muy ligeramente el coeficiente de fricción y el desgaste. Quizás estos porcentajes estudiados no sean los más adecuados para obtener las mejoras tribológicas deseadas.

Conclusiones

Tanto las fibras como las nanofibras de carbono representan una buena alternativa para la fabricación de composites que mejoren las propiedades mecánicas y tribológicas de una matriz termoplástica de poliéter-éter cetona.

Los resultados del análisis dinámico-mecánico en los compuestos reforzados con fibras micro y nanométricas de carbono mostraron incrementos del módulo de almacenamiento (G').

La estabilidad térmica fue afectada en el sistema que contiene NFC, debido a que a su tamaño nanométrico restringe el movimiento de las cadenas poliméricas y aumentan los valores de T_g .

Los ensayos tribológicos realizados revelaron el efecto positivo de la adición de las fibras de carbono a la matriz de PEEK pura. Sin embargo en el caso de las nanofibras de carbono esta mejora no resultó tangible. Esto pudo deberse a una pobre dispersión de las nanofibras de carbono en la matriz termoplástica, sugiriendo la posibilidad de

incrementar el porcentaje de nanofibra de carbono añadido y/o mejorar la dispersión de las mismas en la matriz termoplástica para optimizar el comportamiento en cuanto a fricción y desgaste.

Agradecimientos

A la Universidad de Pamplona (Colombia), la Universidad del País Vasco (España), al Departamento de Procesos de Fabricación, Fundación Tekniker, Eibar (España), por los aportes económicos.

Referencias bibliográficas

- [1] Hudnut S. W. et al. Use of submicron diameter carbon filaments for reinforcement between continuous carbon fiber layers in a polymer-matrix composite. *Carbon*, **33** (1995) 1627-1631.
- [2] Soutis C. Carbon fiber reinforced plastics in aircraft construction. *Materials Science and Engineering: A*, **412** (2005) 171-176.
- [3] Paredes J. I. et al. Nanocomposites de caucho butadieno-acrilonitrilo (NBR) reforzado con nanofibras de carbono. *Revista PlásticosModernos*, **90** (2005) 567-573.
- [4] Paredes J. I. et al. Characterization of submicron vapor grown carbon fibers by scanning tunneling microscopy. *Carbon*, **39** (2001) 1575-1587.
- [5] Sandler J. et al. Carbon-nanofibre-reinforced poly(ether ether ketone) composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, **33** (2002) 1033-1039.
- [6] Sandler J. et al. Carbon-nanofibre-reinforced poly(ether ether ketone) fibres. *Journal of Materials Science*. **38** (2003) 2135-2141.
- [7] Werner P. et al. Tribological behaviour of carbon-nanofibre-reinforced poly(ether ether ketone). *Wear* **257** (2004) 1006-1014.
- [8] Díez-Pascual A. et al. Development and characterization of PEEK/carbón nanotube composites. *Carbón* **47** (2009) 3079-3090.

Responsabilidad Social Corporativa (RSC) y Desarrollo Sostenible: una mirada desde la Declaración de Río de 1992

William R. Avendaño C.*

Recibido:
Junio 23 de 2011

Aceptado:
Noviembre 30 de 2011

Resumen

La Responsabilidad Social Corporativa (RSC) es la contribución de las empresas a promover los cambios generados en las últimas décadas en materia de desarrollo sostenible en relación con el compromiso de los Estados de actuar responsablemente frente al medio ambiente. Esta tendencia ha tenido su auge a finales de los años 80 y comienzos de los 90 con la Declaración de Río en Brasil. Bajo esta perspectiva, se hace una revisión de lo que implica la Declaración de Río de 1992 para Colombia como Estado firmante y la RSC como un componente en las agendas de las organizaciones actuales. Para ello, se emprende una revisión exhaustiva de la literatura con la finalidad de realizar un acercamiento conceptual al término RSC. Se hace una revisión de la legislación en materia de RSC, analizando las posiciones de quienes están de acuerdo y los que se oponen. Se estudian las normas relacionadas con este ámbito en Colombia y se evalúa la necesidad de reglamentar en este país ejemplos llevados adelante por otros Estados.

Palabras clave: *responsabilidad social corporativa, desarrollo sostenible, declaración de Río*

Abstract

The Corporate Social Responsibility is the contribution of the companies to promote the changes generated in the last decades on of sustainable development in relation with the commitment of the states to act responsibly towards the environment. This trend has had its heyday in the late 80's and early 90 with the declaration of Río in Brazil. From this perspective, is a review of the implications the 1992 Río Declaration to Colombia as a state party and the RSC as a component in the agendas of the actual organizations. For that, it make a thorough review of the literature in order to make a conceptual approach to the term RSC, the RSC legislation analyzing the positions of those who agree and those who oppose, the rules relationed to this area in Colombia and the need to regulate going to examples of other states.

Keywords: *Corporate Social Responsibility, Sustainable Development, Río Declaration.*

*Docente - Investigador,
Universidad Francisco de Paula
Santander – Colombia. E-mail:
wrac2008@hotmail.com

Introducción

La Responsabilidad Social Corporativa (RSC) es un tema de gran interés en la actualidad y constituye una respuesta a la demanda social, cada vez más grande, de propender por un desarrollo sostenible. Frente a ello, las organizaciones y compañías tienen la función de reconocer la capacidad que tienen de ocasionar serios y graves impactos negativos sobre el medio, y por lo tanto de la responsabilidad que subyace de la gestión de su actividad empresarial (Alea, 2007). Así, los avances sobre la RSC son el resultado de la dinámica de diversos factores que se imponen a partir de la globalización y la creación de conciencia de los diferentes actores sociales. Explica León (2009) que la RSC “se ha ido imponiendo en el escenario mundial como respuesta a (...) los cambios económicos, sociales y culturales” produciendo nuevas perspectivas en el rol del empresario, el Estado y la sociedad en general. En este orden, la RSC es el resultado de un llamado mundial y de compromiso de los países a contribuir con el Desarrollo Sostenible, aplicado a todas las organizaciones, ya que son actores activos claves en esta crisis y, por supuesto, pasivos en la medida que también se ven afectados (Raufflet, 2010).

La RSC es un tópico que ha sido estudiado y analizado por un gran número de autores, lo que ha conducido en los últimos años a que se convierta en un tema habitual en el ámbito de la gestión empresarial y ambiental (Moneva, 2006). Para Ariza, León y Gómez (2006) desde siempre ha sido una preocupación de meritorio y profundo análisis, la relación de los hombres con la naturaleza. Refiriéndose a ello explican que la “situación (...) ha sido discutida, estudiada y vivenciada desde los orígenes de la empresa comercial y a lo largo de su evolución y transformación, en sus etapas productiva, industrial, financiera, transnacionalizada, globalizada y ahora financiarizada”.

Vidal (2010) estima, del mismo modo, que

la RSC “está cada vez más presente en distintos ámbitos del mundo económico, social, político y académico (...) y se han llevado a cabo iniciativas públicas, empresariales, sindicales y sociales importantes para su extensión y la consolidación de su status político y social”.

Pese a todo el trabajo académico realizado para posicionarse como una tendencia, la RSC todavía no tiene un sustrato conceptual sólido, lo que da origen a muchos equívocos (Kirschner, 2004). De cierta manera no existe una unificación conceptual sobre el término de la RSC (Pinillos, 2005). Sin embargo, se logra percibir entre cada uno de estos aportes una relación con temas como la satisfacción de los clientes internos y externos, el desarrollo sostenible, la calidad, la preservación de los recursos, el impacto sobre la economía nacional, entre otros:

Desde la calidad hasta el mantenimiento y mejora del medio ambiente, pasando por la participación en el desarrollo económico y social de los países en los que opera, por poner algunos ejemplos, forman parte ya de lo que la gente, la opinión pública, espera de una empresa. Es decir, son parte ya de su responsabilidad (García-Marzá, 2004).

Para la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA) (2004), la RSC puede definirse como el compromiso voluntario de las empresas con el desarrollo de la sociedad y la preservación del medio ambiente, desde su composición social y un comportamiento responsable hacia las personas y grupos sociales con los que interactúa. Desde la perspectiva de la AECA, la RSC es un compromiso voluntario lo que resulta de cierto modo cuestionable, si se atiende al marco normativo internacional e interno de los países que de una u otra manera exigen responsabilidad en las actuaciones de las empresas y organizaciones.

Las empresas actuales son organizaciones generadoras de beneficios no sólo económicos sino también sociales (Vargas y Vaca, 2005), y desde esa perspectiva están llamadas

a implementar acciones socialmente responsables en cada una de las etapas del proceso productivo en función de mitigar los efectos nocivos sobre la sociedad en general y el medio ambiente. Pero en contravía de esto, se ha olvidado que una empresa es una asociación de agentes económicos que incluye otros individuos diferentes a los que están relacionados directamente con ella (Rodríguez, 2003).

Las organizaciones tienen un papel fundamental de tipo económico, ambiental y social del cual deben ser conscientes las mismas aun más cuando el desarrollo sostenible es una urgencia en las sociedades modernas (Vélez, 2010). De este precepto surge la necesidad de reformas urgentes y pertinentes, las cuales han sido señaladas desde las últimas décadas y con especial fuerza en los últimos 20 años por organizaciones mundiales, gobiernos y expertos. Todo ello ha tenido un cierto impacto en el mundo. En América Latina, por ejemplo, en un estudio realizado por Vives, Corral e Isasi (2005) encontró que dentro de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs), las cuales representan el 90% de la región, un 14,5% implementan en alto grado la RSC, un 34% tienen una aplicación media y un 47,9% baja. Sólo el 3.5% de las MiPyMEs no implementan ningún tipo de actividad de RSE.

De acuerdo con éste primer acercamiento, el objetivo del artículo es hacer una revisión de la RSC desde el ámbito legal en Colombia, el cual incluye un acercamiento conceptual a las iniciativas mundiales en materia de Desarrollo Sostenible, a la reglamentación interna en Colombia y a determinados avances manifiestos en virtud del cumplimiento de este marco jurídico.

Materiales y métodos

El estudio es de tipo descriptivo toda vez que el objeto del mismo es identificar las características de ciertos fenómenos, en

este caso, los relacionados con la RSC y las normas jurídicas que giran alrededor de ella. Como señala Sabino (1992), la principal preocupación de la investigación descriptiva es la de “describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos”. Para lograr el objetivo propuesto, se recurrió al análisis de las iniciativas mundiales sobre Desarrollo Sostenible, con las cuales se ha comprometido el Estado colombiano; en el mismo curso se ejecuta la revisión de la literatura acerca de la RSC para extraer sus principales elementos y a su vez una exploración del marco legal interno.

Resultados y discusión

El compromiso del estado colombiano con el desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible es una premisa que tiene su origen en la década de los `80 con el reporte titulado “Nuestro Futuro Común de la Comisión Mundial de Medioambiente y Desarrollo en 1987” y que se traduce en la facultad de la humanidad para garantizar la satisfacción de las necesidades actuales sin arriesgar la capacidad de satisfacer sus propias obligaciones a las generaciones futuras.

A partir de esta publicación se ha convocado a los Estados y sus gobiernos para que estos atiendan la grave situación que representa la degradación del medio ambiente, el cambio climático, la deforestación de los bosques, la emisión indiscriminada de gases, entre otras amenazas. El compromiso real de los gobiernos se materializa con la Cumbre de la Tierra y la Conferencia Mundial para el Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (World Summit on Sustainable development) en el 2002.

En el año de 1992 en Río de Janeiro, Brasil, se llevó a cabo la Cumbre de la Tierra o Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), en la que 172 gobiernos aprobaron tres

acuerdos en materia de Desarrollo Sostenible¹. La declaración, uno de los tres acuerdos, adoptada por los gobiernos está constituida por 27 principios entre los que se destacan: el derecho de las personas a una vida saludable (1), el derecho de los Estados a aprovechar sus recursos y el deber de velar por las actividades que se realizan en su jurisdicción (2), equivalencia entre desarrollo y necesidades sin arriesgar las generaciones presente y futuras (3), integración de la protección del medio ambiente en la agenda de desarrollo sostenible (4), la cooperación y solidaridad mundial en función de conservar, proteger y restablecer la salud e integridad del ecosistema de la Tierra (7), la reducción y eliminación de modalidades de producción y consumo insostenibles (8) a través del aumento del saber científico y el uso de tecnologías (9), la vinculación de todos los ciudadanos de forma participativa y el desarrollo de estrategias para la transmisión de información, materiales y actividades por parte de las autoridades públicas (10), la promulgación de leyes eficaces para la protección del medio ambiente (11), la promoción de un sistema económico pertinente con el desarrollo sostenible (12) y el emprendimiento de la evaluación del impacto ambiental (17).

Con esta Declaración, se evidencia el compromiso adquirido por el gobierno colombiano en el desarrollo de actividades que garanticen de forma tangible la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible. Por lo tanto, después de casi 20 años de la fecha en que se suscribe la Declaración de la Tierra, se esperaría ver el resultado claro y materializado de los avances significativos que habrá desarrollado el Estado en este campo.

Por lo tanto y teniendo en cuenta la mención a los avances que se han ejecutado en torno al desarrollo sostenible tal cual se plantea en la introducción, se destaca la actuación de las empresas como actores sociales primordiales que encuentran en la RSC, la traducción de la

Declaración de Río, una guía para mantener la tendencia de las organizaciones de actuar responsable y consecuentemente con los acuerdos ya mencionados.

La Responsabilidad Social Corporativa (RSC)

La RSC hoy por hoy se está convirtiendo en una “licencia social para que puedan operar las empresas en el mundo y en Colombia” (McPhail, K., 2000), y ha permitido redefinir el rol de todos los actores sociales y es por este motivo que se considera también que “despierta un gran interés por parte del sector empresarial, las escuelas de negocio, los inversores e incluso algunos gobiernos” (De la Cuesta, 2005).

La RSC la asume, de una manera amplia Lindbaek (2003) quien explica que “la responsabilidad social corporativa (...) es la responsabilidad que la corporación o la compañía tiene o asume frente a la sociedad en general”. Pero como se ha mencionado, se está frente a un constructo que ha sido estudiado y definido de varias maneras. Por ejemplo, para Encinas (2000), la RSC es “una serie de conductas exigibles a las empresas por parte de esos interlocutores en función de la actividad que realiza, cuyo adecuado cumplimiento determinará que ésta sea aceptada o rechazada en sus diferentes aspectos (social económico, medioambiental)”.

Sin embargo, no puede confundirse la RSC con la filantropía corporativa, entendiéndose la primera como la responsabilidad de los gerentes, dueños de empresas, accionistas, desde el ámbito económico, laboral, tributario, ambiental y de una manera más significativa lo social (Sanborn y Portocarrero 2003). Mientras que la filantropía corporativa no es una responsabilidad exigible a las empresas por lo que depende sólo de los actos altruistas y solidarios de sus directivos.

¹Los acuerdos surgidos por la Conferencia son el Programa 21, la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo; y la Declaración de principios relativos a los bosques.

Por su parte, Schmidheiny (2004) define la RSC como “el compromiso de las empresas de contribuir al desarrollo económico sostenible trabajando con los empleados, sus familias, la comunidad local y la sociedad en general para mejorar su calidad de vida”. Cabe acotar que se trata de un compromiso permanente y exigible y no de actos de filantropía corporativa como se hace mención en el párrafo anterior.

La literatura que versa sobre este asunto es muy diversa como resultado de las distintas perspectivas de la cual se ha nutrido, por ejemplo académica, económica, empresarial, entre otras. Así que los aportes teóricos pueden tomar impredecibles matices. Garriga y Melé (2004) citado por De la Cuesta (2005) describe que existen cuatro grupos de teorías dentro de las que se incorpora la RSC: instrumentales, políticas, integrativas y éticas.

La comprensión instrumental de la RSC es la entendida como aquella que genera valor a la empresa; la visión política es la que entiende la RSC como parte del poder de las organizaciones; la perspectiva integrativa de la RSC promueve la satisfacción de las necesidades de los “stakeholders” (Friedman, 1962); y la mirada ética de la RSC es la que permite abordarla desde el ámbito ético respecto de la sociedad. Así, en un intento por agrupar estas nociones, es permisible asumir la RSC como el conjunto de acciones de la organización coordinadas con el direccionamiento estratégico, los planteamientos éticos, las necesidades de la comunidad con la que tiene relación directa e indirectamente y los postulados normativos de tipo jurídico.

Otro abordaje expuesto, Aceituno (2009), considera que las causas de la tendencia de la RSC obedecen a: a) la nueva cultura del ciudadano, b) la mayor vertebración de la sociedad civil mediante la creación de diferentes grupos sociales, c) el nacimiento de una nueva sensibilidad social como producto del nuevo marco y, d) los impactos de diversas organizaciones del entorno.

Visto entonces desde una gran panorámica se entiende que los anteriores planteamientos requieren de una nueva acción social y de una mayor aceptación por parte de las empresas de asumir una responsabilidad frente a la sociedad, la cual debe estar basada no solo en la cooperación y en lograr contribuir en el equilibrio social (cohesión y conexión entre los grupos sociales y la ciudadanía), sino también hacer gran énfasis en la protección del medio ambiente, en el desarrollo económico-social y en la creación de riqueza y empleo. Como explica Salamon (1999), al referirse a la responsabilidad de las empresas no lucrativas, pero de igual forma desde el marco social, es necesario forjar un modo distinto de formación gerencial (...) que tenga en cuenta los valores y el espíritu característicos del sector [y] quedan por dar pasos importantes para fomentar la capacidad de formación”. En esta misma línea advierte Salamon (1999) de una manera totalmente válida y aplicable a las organizaciones desde la perspectiva de la RSC que hay una “necesidad de una nueva cultura cívica, que la propia globalización requiere, va a exigir el concierto y el compromiso conjunto (...) capaz de posibilitar la creación de verdaderas oportunidades y de nuevas opciones para todos”.

Las empresas, como forma particular de una organización (Berbel, Reyes y Gómez, 2007), están llamadas a abordar cientos de problemas sociales, pero sólo algunas son oportunidades de hacer una real diferencia para la sociedad o de conferir una ventaja competitiva, teniendo como función la de satisfacer necesidades, pero también procurar el desarrollo pleno de su potencial, (Velásquez, 2000). Es así que si las organizaciones hacen las elecciones correctas y crean iniciativas sociales enfocadas, proactivas e integradas, en concierto con sus estrategias centrales, se distanciarán cada vez más del resto (Porter y Kramer 2006). Se trata de una oportunidad para aumentar la competitividad de las empresas y esto se logra, según Porter y Kramer (2006), al vincular articuladamente la responsabilidad social en cada una de las fases de la cadena de valor, en otras palabras, cuando se hace aplicación del

“principio de valor compartido que implica la creación de valor económico de una manera que también crea valor para la sociedad para que ésta haga frente a sus necesidades y desafíos” (Porter y Kramer, 2011).

Cabe mencionar que el concepto de valor compartido se encuentra en un primer estado, es decir, en plena génesis y sólo hasta ahora toma fuerza cuando la economía capitalista, con sus crisis, ha puesto en serios problemas a un sin número de empresas en el mundo. Además de ello, se suman conductas irresponsables de grandes organizaciones como la British Petroleum cuyo derrame de petróleo sobre el Golfo de México resultó ser un desastre ecológico y una amenaza aun no calculada; o Trafigura, compañía de transporte británica, quien pagó para deshacerse de 400 toneladas de gasolina de baja calidad y que fueron esparcidas en cercanías a la ciudad de Abidjan en el 2006.

Malagón (2010) también analiza el binomio RSC y valor agregado. En su obra aborda esta relación y explica que la RSC y la generación de valor (uno de los objetivos centrales de las organizaciones) “no se oponen con la búsqueda del bien común”. También describe la manera como “en el marco de la sociedad de la información y el conocimiento”, hablar de generación de valor es también estimar “la perspectiva del Capital Humano, del Capital Social, y del Capital Moral” pues estas son, en sí, “fuentes poderosas de valor y de riqueza en el mundo de hoy”.

Las brechas entre los países desarrollados y los que se encuentran en desarrollo son cada vez más grandes. Y resulta la RSC, como lo señalara Porter y Kramer (2006), una oportunidad para los países en desarrollo. Amplía las justificaciones Visser (2008) sobre esta posición al explicar que la RSE beneficia a los países en desarrollo porque:

- a. los países en desarrollo representan la mayoría de las economías en rápida expansión, y por lo tanto, con mercados lucrativos en crecimiento para los

negocios;

- b. los países en desarrollo, donde se dan crisis sociales y ambientales, por lo general, revisten especial gravedad;
- c. en los países en desarrollo la globalización, el crecimiento económico, la inversión, y la actividad empresarial, es probable, que tengan impactos sociales y ambientales más dramáticos (tanto positivos como negativos); y
- d. los países en desarrollo presentan un conjunto distintivo de la RSE (en sus desafíos y agendas) muy diferentes a los que se enfrentan en los países desarrollados mundialmente.

Es advertido como el contexto propio de los países en desarrollo, como Colombia, donde se presentan mayores razones para implementar prácticas de RSC. Suscita la duda, en torno a esto, la necesidad o no de incorporar la RSC dentro de los Estados como un acto meramente voluntario o una responsabilidad legal taxativa. Otro elemento que se agrega al complejo panorama es el de la responsabilidad laboral de las empresas, pues se ha comprobado que las políticas de subcontratación de mano de obra conducen a la violación de los Derechos Humanos en muchos de los casos. Así lo explica Prieto-Carrion (2006) quien analiza dicha problemática en su investigación titulada *Corporate Social Responsibility in Latin America: Chiquita, Women Banana Workers and Structural inequalities*.

Pinillos (2005) asume la RSC como una tendencia de tipo filantrópica, como la financiación de programas sociales o programas de voluntariado cooperativo para sus trabajadores. En el caso que aquí se plantea se asume que a la RSC como la obligación que implica para las empresas beneficiarse del entorno natural y social, y las consecuencias de esto en relación con la premisa de asegurar la satisfacción de necesidades de las generaciones futuras. Por ello, la legislación no buscaría regular la excelencia sino el cumplimiento de un mínimo de requerimientos imprescindibles para contribuir al desarrollo sostenible.

Responsabilidad Social Corporativa (RSC) y Desarrollo Sostenible: una mirada desde la Declaración de Río de 1992

En diferentes partes del mundo se ha podido determinar que la implementación de la RSC en las empresas ha evidenciado excelentes resultados tanto sociales como medioambientales, los siguientes autores establecen cuales son dichos beneficios: aumentan los ingresos organizacionales y el valor económico de estas (Simpson y Kohers, 2002; McWilliams y Siegel, 2000; Griffin y Mahon, 1997; Aupperle, Carroll y Hatfield, 1985); disminuyen el riesgo (Moore, 2001; Orlitzky y Benjamin, 2001); atraen o retienen empleados (Backhaus et al. 2002; Turban y Greening, 1997); incrementan la lealtad y mejoran la imagen o reputación corporativa (Maignan et al., 1999; Brown y Dacin, 1997). De igual manera, la ventaja competitiva que genera para las empresas el desarrollar una estrategia basada en lo ambiental, logra tal y como lo describen (Trujillo y Vélez, 2006), una reducción de costos en sus procesos, un mejor aprovechamiento de los recursos, agrega valor al producto y lo posiciona en el mercado atendiendo a la consciencia social de quienes lo consumen.

Finalmente cabe destacar que la RSC es un aporte de las organizaciones en el desarrollo sostenible de los pueblos, y por ello, en virtud del marco jurídico internacional, debe ser reglamentado por el Estado y de esta manera, pasar de una posición que asume la RSC como discrecional de las corporaciones a constituirse en una obligación de carácter legal que exige de estas últimas la inclusión de medidas exigibles y coercitivas necesarias. En contraposición a este argumento, Pinillos (2005), al intentar responder a la pregunta ¿debe existir una norma legal que regule la RSC?, refiriéndose al caso de las empresas en España, menciona que “legislar sobre la excelencia, es decir, la gestión excelente de los procesos en relación de una empresa con sus *stakeholders* no parece ser posible. Por otro lado, legislar la forma y el fondo de la filantropía empresarial, pues tampoco tiene mucha lógica”.

A simple vista, dicha afirmación parecería

tener validez sin embargo, no se puede interpretar su explicación fuera del contexto en el que surgió.

El estado colombiano y la materialización de la RSC en el territorio

La responsabilidad empresarial en relación con el desarrollo sostenible en el país, es un tema más ético y cultural que legal. Sin embargo en una sociedad en la que el peso moral de las acciones es casi irrelevante (Bernal, 2009), debe tomarse entonces el marco jurídico, que en nuestro país aparece casi nulo, al igual que el desarrollo de políticas y acciones públicas en lo que corresponde a la RSC. En la Constitución Política de 1991 se establecen algunos lineamientos que son el producto de una visión del deber ser de la sociedad colombiana. De esta manera, el Capítulo III De los Derechos Colectivos y del Ambiente, del Título II De los derechos, las garantías y los deberes, el cual menciona el derecho a un ambiente sano (art. 79) y la potestad de la ley para regular la producción de bienes y servicios (art. 78). De manera directa, y en concordancia con la Declaración de Río la Carta Política menciona que:

“El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas”.

En el 2007, se intentó mediante el Proyecto de Ley No 31, definir normas sobre la Responsabilidad Social y medioambiental de las empresas. Este proyecto de ley tomaba como ámbito de aplicación todas las medianas y grandes empresas y, opcionalmente, las micro y pequeñas empresas, las cuales obtendrían incentivos en caso de acogerse a esta normatividad.

Visto como un avance el artículo 5° obligaba a las empresas a realizar un informe cada año en el mes de diciembre y su respectiva publicación con la información relacionada sobre el impacto ambiental, social, económico y financiero de su actividad, además de las políticas y programas relacionados con la RSC implementadas.

Sumado a lo ya expuesto, el proyecto de ley proponía la constitución de un Comité (Consejo de Responsabilidad Social Empresarial CRSE) encargado de expedir normas y evaluar el estado de la responsabilidad empresarial y medio ambiental en Colombia.

De acuerdo con la exposición de motivos, la RSC sería observada desde tres aspectos fundamentales:

- Laboral: cumplimiento de las normas de trabajo, respeto al trabajador en todos los niveles jerárquicos y puesta en marcha de códigos de conducta y principios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).
- Económico: elaboración de cuentas transparentes y públicas, e inversiones socialmente responsables (utilizando criterios éticos y de exclusión, a la hora de invertir).
- Ambiental: respetando el medio ambiente y usando sellos de calidad ecológica, o información directa al consumidor de cómo se obtuvo el producto, o se prestó el servicio.

Sin embargo y en detrimento de las ventajas que de este podrían resultar, el proyecto de ley no fue aprobado con base a la ponencia para primer debate, en donde se expuso que el mismo proyecto desvirtuaba la filosofía de la RSC, por cuanto establecía la obligación de rendir informes anuales por parte de las empresas en materia de RSC. Frente a ello, se debe destacar que la misma Declaración de Río exige de los Estados la implementación de acciones para diagnosticar el nivel de desarrollo sostenible y conforme a ello solicita la publicación de la información para la toma

de decisiones pertinentes. De tal forma se corrobora que la intención de los autores de la iniciativa, no era otra que dar cumplimiento a aquellos compromisos que ha adquirido el Estado colombiano y conseguir un avance en dicho objetivo.

En consecuencia de lo mencionado anteriormente queda evidenciado que Colombia no se encuentra en un nivel tan avanzado como Estados Unidos u otros países europeos, adicionalmente se desconoce una de las tendencias que se lleva a cabo en materia legislativa internacional:

El derecho comparado (...) ha incluido en (el) sistema legislativo dos piezas concretas. La primera de ellas es el reporte de sostenibilidad en un sentido amplio, en el que se establece la obligatoriedad de las empresas cotizadas a realizar informes sobre esta materia (Pinillos, 2005).

Un ejemplo de ello es Francia, que divide el informe de RSC en cuatro ámbitos: comunidad, recursos humanos, estándares laborales y gestión del medio ambiente.

Regresando al Estado colombiano, y a la negativa de aprobar el proyecto de ley, se encuentra que la ponencia ante la Cámara de Representantes del Congreso de la República, también acude a estimar la RSC como un acto filantrópico, un conjunto de acciones que no tienen carácter vinculante sino una estrategia de competitividad. Por lo que afirman que obligar a la empresa a desarrollar programas de RCS desvirtúa la esencia de la misma.

Se encuentra también que el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, en su base de datos detenta una publicación de desarrollo sostenible en donde se hace un diagnóstico de la situación en Colombia en este campo. Esta corresponde al año 2007, siendo Presidente de la República el Dr. Álvaro Uribe Vélez, y resultan ser los primeros pasos de la Etapa I del proyecto destinado a “elaborar una herramienta de consulta y difusión de variables económicas, sociales, demográficas y ambientales que

sirvan para la formulación de políticas y toma de decisiones, bajo el enfoque socio ecológico propuesto por la CEPAL'. Dicha herramienta hubiese resultado efectiva para alcanzar el objetivo de coaccionar el actuar de las organizaciones.

Finalmente y haciendo un abordaje respecto de algunos alcances positivos que se han tenido en materia de legislación se encuentra el Decreto 1299 de 2008. Esta herramienta jurídica ha tenido por objeto el mejoramiento de las actividades ambientales de las empresas por cuanto exige el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente. A diferencia de los enunciados que se proponen en la Declaración de Río de 1992, en este Decreto se destaca la obligatoriedad tal cual lo manifiesta el segundo inciso del artículo 8.º: "El incumplimiento de las obligaciones contenidas en el presente decreto dará lugar a las sanciones respectivas, según el caso" por lo tanto la discrecionalidad de la gestión empresarial ambiental no es optativa sino impositiva so pena de hallarse sujeto de una sanción es caso de incumplimiento. Y en el mismo cause se fija entonces una actividad de vigilancia y control por parte de las autoridades ambientales.

Siendo este decreto un notable avance en la regulación de la actividad ambiental por parte de las Organizaciones, su carácter vinculante está centrado en el manejo de la gestión industrial dejando nuevamente un vacío en los demás devenires que afectan a la sociedad por parte de las empresas.

Haciendo mención sobre otros alcances positivos se encuentra que en Colombia en varias oportunidades se ha regulado sobre las actividades consideradas como de alto riesgo y que por su misma naturaleza tienden a desequilibrar el ambiente, tal cual es el caso de la gestión de residuos peligrosos. Un ejemplo de ello se encuentra en las normas dictadas desde la expedición del Código de Recursos Naturales Renovables (CRNR) decreto ley 2811 de 1974, el Código Sanitario Nacional (CSN) Ley 9 de 1979, la Ley 99 de 1993, la Ley

142 de 1994, la Ley 430 de 1998 y la Resolución 2309 de 1986. Expedida por el Ministerio de Salud modificada por el Decreto 4741 de 2005 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial. Dicha normatividad ha dado luces sobre el manejo adecuado que deben tener las empresas sobre temas puntuales y específicos en materia ambiental, y del que son objeto de reglamentación, regulación y sanciones frente al desacato de la norma.

En Colombia el despliegue jurídico en materia ambiental no ha sido exclusivo de las actividades de alto riesgo y su paulatina regulación, se puede destacar también el desarrollo del que ha sido sujeto el tema de las licencias ambientales, se evidencia una favorable panorámica en el tema, el Gobierno Nacional expidió una nueva reglamentación al Título VIII de la ley 99/93 (ley del medio ambiente) en lo relativo a las licencias ambientales. Éstas son las autorizaciones que otorgan las autoridades ambientales competentes (Minambiente, entidades territoriales, entre otras) para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje. Dicho lo anterior se puede destacar entonces que bien el intento de legislar sobre el tema ha presentado grandes avances pero también grandes retrocesos.

En este orden de ideas y siguiendo con el lineamiento de presentar las actuaciones que versan sobre la RSC, no se puede obviar los mecanismos de participación y de control que se encuentran establecidos en la legislación colombiana. La Ley 99/93 en su artículo 72 establece la audiencia pública siendo esta un mecanismo de participación que le ofrece a la comunidad, a las autoridades, a las organizaciones y a la autoridad ambiental, la posibilidad de conocer, informarse e intercambiar criterios sobre la conveniencia de una obra o actividad que se desarrolle o pretenda desarrollarse y que pueda causar impacto al ambiente o a los recursos naturales renovables. Dichas Audiencias

pueden ser solicitadas por el Procurador General de la Nación o el Delegado para Asuntos Ambientales; el Defensor del Pueblo; el Ministerio del Medio Ambiente; las demás autoridades ambientales como las Corporaciones Autónomas Ambientales CARs; los Gobernadores; los Alcaldes.

Fijándose entonces la disyuntiva entre la exigencia y la permisibilidad con la que el Estado Colombiano trata el tema de la RSC se evidencia una vez más que si bien regula las actividades realizadas por los particulares, resulta de apremiante urgencia la constitución de estrategias y políticas públicas que fortalezcan el liderazgo y la autoridad social de las organizaciones que son poderosas, a fin de reglamentar los temas concernientes al medio ambiente y el desarrollo sostenible (Carvajalino 2002; Paoli 2002) ya que los líderes empresariales son agentes morales que ostentan una enorme capacidad de coerción moral con los otros miembros de la sociedad (Solarte, s.f.).

En otras palabras tal como lo define Rojas (2002): “el estado colombiano es débil y más bien necesita legitimarse”. Además existen en nuestro país grandes incertidumbres con respecto al tema y las múltiples maneras en que puede ser interpretado, aplicado y evaluado, que no permite que este instrumento sea utilizado correctamente, (Heincke, 2005). Por lo tanto, las organizaciones modernas no sólo deben preocuparse por reportar utilidades sino también por llegar a desarrollar acciones que ayuden a contribuir con una mejora de la sociedad y preservar el medio ambiente (Rodríguez, 2010).

Visto de esta forma, el sector privado como los demás sectores de la sociedad civil, deben comprometerse, no sólo con compartir los espacios de discusión y acción social, sino también deben asumir responsabilidad legal y moral, sin descuidar las responsabilidades como causantes y receptores de impactos negativos y positivos (Ramírez y Segura, 2010).

Deshilvanado el tema de la RSC, las acciones que se han realizado y las negativas que aún se presentan en el actuar colectivo de las organizaciones y la carencia de exigibilidad estatal, podemos afirmar, que aún falta un largo camino en materia legislativa para recrear lo que representa la RSC y el cumplimiento de la Declaración de Río y demás instrumentos aprobados por el gobierno colombiano. Se evidencia una clara desarticulación entre las normas internacionales, con las normas internas y con las acciones de las empresas y entidades encargadas de proporcionar la información necesaria para generar cambios positivos.

Conclusiones

Se observó que a partir de la Declaración de Río en 1992 se inició un cambio en la comprensión del medio en el que habitamos. De ello, se desprendió el compromiso de los países del mundo por llevar a cabo acciones eficaces para promocionar el desarrollo sostenible dentro de sus jurisdicciones.

Paralelamente a esta nueva actitud de los países, se gestaba en el mundo una visión diferente de las empresas y de su papel en la sociedad, creándose la perspectiva RSC que implica el impacto positivo de las organizaciones con sus *stakeholders* y con el medio ambiente. Sin embargo, poner en marcha programas de este tipo implica investigación, inversión y bastante trabajo. De allí, que no todas las empresas encuentren la RSC como una oportunidad a menos que generen utilidades (perspectiva instrumental).

De este panorama, surge la necesidad de reglamentar la RSC en lo que tiene relación con el desarrollo sostenible, con el objetivo de garantizar un mínimo de requerimientos para las empresas y que permitan el éxito del desarrollo sostenible. Muchos países han incorporado marcos jurídicos internos con un gran impacto positivo (Pinillos, 2005).

Para el caso de Colombia, la situación resulta desfavorable frente a otros países porque no hay un marco jurídico efectivo y hasta ahora se está iniciando la etapa de diagnóstico que busca encontrar las características del país en estos aspectos. Para Colombia, como país en desarrollo, la RSC resulta todo un desafío en el marco de los objetivos de reducir la pobreza, el hambre y la enfermedad; aumentar las posibilidades de supervivencia de madres y niños recién nacidos, mejorar el nivel de educación, alcanzar una sociedad caracterizada por la igualdad de oportunidades y el goce de un ambiente sano (Visser, 2008) ¿Cuál es el papel de las empresas en abordar los temas críticos del desarrollo humano y la sostenibilidad ambiental en los países en desarrollo?

No es prudente finalizar sin antes exponer un tema relevante y relacionado con la RSC. En el desarrollo de las sociedades y el crecimiento de la economía, la RSC juega un rol importante. En la medida que dicha conciencia se incorpore dentro de la cultura, la transformación será menos o más evidente en el estado de bienestar de las personas. Y en éste orden, no será posible una modificación de éste tipo, sin una inversión suficiente en la educación. Por ello, la educación afecta no sólo el crecimiento económico sino además el efecto de la inversión total de la economía sobre el crecimiento (Malagón, 2010).

Agradecimientos

El autor agradece a la Universidad Francisco de Paula Santander y a Alberto Díaz Montes quien hizo aportes importantes para la construcción de este trabajo.

Referencias bibliográficas

Aceituno, Pedro (2009); La responsabilidad social corporativa como instrumento de

atracción del conocimiento científico para superar la crisis económica actual. Facultad de Administración y Dirección de Empresas Universidad a Distancia de Madrid. Artículo consultado el 12 de mayo de 2011 en:

http://www.aeca.es/pub/on_line/comunicaciones_xvcongresoaecca/cd/8h.pdf

Alea García, Alina (2007); Responsabilidad Social Empresarial. Su contribución al desarrollo sostenible. En Revista Futuros, Vol. V, No 17. ISBN 84-7299-637-9. Artículo consultado el 17 de mayo de 2011 en:

http://www.revistafuturos.info/raw_text/raw_futuro17/resp_social_empr.pdf

Ariza Buenaventura, Danilo, León Paimé, Fredy y Gómez Villegas, Mauricio (2006); Una aproximación a los perfiles ambientales de la empresa. En Revista Innovar, Vol. 16, No 028. p.p. 57-74. ISSN 01215051

Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA) (2004); Marco conceptual de la responsabilidad social corporativa. Madrid: AECA.

Aupperle, K.E., Carroll, A.B. y Hatfield, J.D. (1985); An empirical examination of the relationship between corporate social responsibility and profitability. En Academy of Management Journal, Vol. 28, No 2. p.p. 446-463.

Backhaus, K.B.; Stone, B. A. y Heiner, K. (2002); Exploring the relationship between corporate social performance and employer attractiveness. En Business and Society. Vol. 41, No. 3. p.p. 292-318.

Berbel Giménez, Gaspar; Reyes Gómez, Juan David; Gómez Villegas Mauricio (2007); La responsabilidad social en las organizaciones (RSO): análisis y comparación entre guías y

normas de gestión e información. En Revista Innovar, Vol. 17, No 029. p.p. 27-47. ISSN 01215051.

Bernal, Andrea Yolima (2009); Responsabilidad ambiental de las empresas: un compromiso ético con el desarrollo sostenible. En Management, Vol. XVIII, No 31. p.p 91-103. ISSN 0122-6681.

Carvajalino, Guillermo (2002); Philanthropy and Education in Colombia. Comentarios presentados en el taller sobre Philanthropy and Social Change in the Americas: Strategies and Lessons. En Harvard University PASCA, May 22-24.

Prieto-Carrion, M. (2006); Corporate Social Responsibility in Latin America: Chiquita, Women Banana Workers and Structural inequalities. Bristol, Spring, p.p. 2-10.

Comisión Mundial de Medioambiente y Desarrollo (1987); Nuestro Futuro Común.

Constitución Política de Colombia de 1991.

Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 14 de junio de 1992, Río de Janeiro, Brasil.

De la Cuesta González, Marta (2004); Inversiones socialmente responsables. Salamanca: Universidad Pontificia de Salamanca.

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE (2007); Iniciativa latinoamericana y caribeña para el desarrollo sostenible: Indicadores de Seguimiento. Primera edición, Bogotá: DANE.

García – Marzá, Domingo (2004); La responsabilidad social de la empresa: una definición desde la ética empresarial.

Universitat Jaume I. En: R.V.E.H. Nº 12 – III.

Encinas Duval, Beatriz (s.f.); Marco conceptual de la responsabilidad social de las empresas. La dimensión social de la empresa. En X Jornadas de investigadores en economía social y cooperativa: Emprendedores, economía social, democracia económica. CEPES Andalucía, CIRIEC España, Universidad de Jaén. Artículo consultado el 16 de mayo de 2011:

http://www.catedracajamarupm.es/Catedra_CajamarUPM/Ponencias_y_Comunicaciones_files/7.pdf

Friedman, M., (1962); Capitalism and freedom. Chicago: University Press.

Griffin, J.J. y Mahon, J. F. (1997); The corporate social performance and corporate financial performance debate: twenty-five years of incomparable research. En Business and Society, Vol. 36, No 1. p.p. 5-31

Heincke, Monica (2005); La Responsabilidad Social Empresarial: ¿Una herramienta para el desarrollo local sostenible en Colombia? Revista Opera, Volumen 5, No 005. p.p. 55-74. ISSN 1657-8651.

Kirschner, Ana María (2004); La Responsabilidad Social de la Empresa. En: Revista Nueva Sociedad, Nº 202, Marzo-Abril 2006. Artículo consultado el 18 de mayo de 2011 en:

[//www.nuso.org/upload/articulos/3343_1.pdf](http://www.nuso.org/upload/articulos/3343_1.pdf)

León López, Guillén (2009); La Responsabilidad Social de las Empresas carboníferas en la ciudad de Santa Marta. Ponencia IX Congreso Latinoamericano ALENE Universidad Sergio Arboleda. Bogotá, Colombia - septiembre 24 y 25.

Lindbaek, Jannik (2003); La ética y la Responsabilidad Social Empresarial. Seminario Internacional “Capital Social, Ética y Desarrollo: Los desafíos de la gobernabilidad democrática” Caracas, 26 de junio del 2003. Artículo consultado el 17 de mayo de 2011 en:

<http://www.insumisos.com/lecturasinsumisos/La%20etica%20y%20la%20responsabilidad%20social.pdf>

Maignan, I., Ferrell, O.C. y Hult, G. T. M. (1999): Corporate Citizenship: cultural antecedents and business benefits. En *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 27, No. 4. p.p. 455-469.

Malagón, Víctor Hugo (2010); Ética y responsabilidad: el nuevo reto de generación de valor en las organizaciones. Bogotá: Corporación Siglo XXI & KAS.

McPhail, K., (2000); How oil, gas and mining projects can contribute to development. En *Finance and Development*, Vol. 37, No 4. p.p. 46-50.

McPhail, K. a. D., Aidan (1998); Integrating Social Concerns into Private Sector Decision-making. A Review of Corporate Practices in the Mining, Oil and Gas Sectors. En *World Bank Discussion Papers*, No. 384.

Mc Williams, A. y Siegel, D. (2000); Corporate social responsibility and financial performance: correlation or misspecification. En *Strategic Management Journal*.

Melé, Domènec; Garriga, Elisabet y Guillén, Manuel (2002); Políticas de ética empresarial en las 500 mayores empresas españolas. Universidad de Navarra. IESE Business School. OP 00/4. Artículo consultado el 18 de mayo de 2011 en: <http://www.iese.edu/research/pdfs/OP-00-04.pdf>

Moneva, José Mariano (2006); ¿Es la Responsabilidad Social Corporativa rentable para la empresa? En *Responsabilidad Social Corporativa*, Barcelona, ACCID Contabilidad y Dirección, p.p. 55–76.

Moore, G. (2001): Corporate social and financial performance: an investigation in the UK supermarket industry. En *Journal of Business Ethics*. Vol. 34, No 3-4. p.p. 299-315, DOI: 10.1023/A:1012537016969

Orlitzky, M., Schmidt, F.L. y Rynes, S. L. (2003); Corporate social and financial performance: A meta-analysis. En *Organization Studies*, Vol. 24, No 3. p.p. 403-441.

Paoli, María Celia (2002); Empresas e responsabilidade social: os enredamentos da cidadania no Brasil. En SANTOS, Boaventura de Sousa (Org.). *Democratizar a democracia: os caminhos da democracia participativa*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.

Periódico *Globe and Mail*, Canadá, Septiembre (2003); y cuestionario: The responsible Century, El siglo responsable, Burson-Marseller y The Prince of Wales Business Leaders Forum, www.bm.com.

Pinillos, Alberto Andreu (2005); La Responsabilidad Social Corporativa: un concepto por definir. En *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa CIRIEC - España*. No 053. p.p. 125 – 135.

Ponencia para primer debate para el proyecto de ley No 326 de 2008 Cámara – 31 de 2007 Senado. Congreso de la República de Colombia.

Porter, Michael E. y Kramer, Mark R. (2006); Strategy and Society: the link between competitive advantage and Corporate Social Responsibility” *Harvard Business Review*, Diciembre, 2006. p.p. 78-92.

Porter, Michael E. y Kramer, Mark R. (2011); *Creating Shared Value. How to reinvent capitalism – and unleash a wave of innovation and growth.* Harvard Business Review, enero-febrero. p.p. 1-17.

Proyecto de Ley No. 31 de 2007, Congreso de la República de Colombia.

Rajas, R.G. y Zingales, L. (1998); *Power in a theory of the firm.* En *Quarterly Journal of economics* (2000): *The governance of the new enterprise*, Cambridge: University Press.

Ramírez, José Ernesto y Segura, Juan Carlos (2010); *Las perspectivas de las organizaciones sociales para cambiar el actual panorama instrumental de la responsabilidad social empresarial en Colombia.* En *Revista Opera*, Vol. 5, No 005. p.p. 97-119. ISSN 1657-8651

Raufflet, Emmanuel (2010); *Responsabilidad corporativa y desarrollo sostenible: una perspectiva histórica y conceptual.* En *Cuadernos de Administración*, No. 43. p.p. 23-42. ISSN 0120-4645.

Rodríguez, J.M. (2003); *El gobierno de la empresa: un enfoque alternativo.* Madrid: Akal, Economía Actual.

Rodríguez Calderón, Gisella (2010); *La responsabilidad social empresarial: el reto que enfrentan las empresas a nivel mundial y nacional.* Universidad Simón Bolívar. Artículo consultado el 18 de mayo de 2011 en: <http://www.unisimonbolivar.edu.co/rdigital/desarrollogerencial/index.php/desarrollogerencial/article/view/22/19>

Rojas, Cristina. (2002); *Corporate Philanthropy: A Reflection Base on the Colombian Experience.* En *Revista Harvard Review of Latin America*, Spring. p.p. 27-29.

Sabino, Carlos (1992); *El proceso de investigación.* Caracas: Panapo.

Salamon, Lester M. (1999); *Global Civil Society: Dimensions of the Nonprofit Sector.* Baltimore: Johns Hopkins Center for Civil Society Studies.

Sanborn, Cinthya y Portocarrero, Felipe (Editores) (2003); *De la caridad a la solidaridad: filantropía y voluntariado en el Perú.* Lima: CIUP. p.p. 289-322.

Schmidheiny, S. (2004); *La visión del empresario para el desarrollo sostenible a través de la responsabilidad social.* En *V Encuentro nacional de la empresa privada.* Artículo consultado el 18 de mayo de 2011 en: <http://www.anep.org.sv/ENADE2004>.

Simpson, W. G. y Kohers, T. (2002); *The link between corporate social and financial performance: evidence from the banking industry.* En *Journal of Business Ethics*, No. 35, p.p. 97-109.

Solarte Rodríguez, Roberto (s.f). *La Responsabilidad Social de las Organizaciones. Situación y Perspectivas.* En *Papers Retos*, Universidad Javeriana de Colombia. Artículo consultado el 16 de mayo de 2011 en: http://www.javeriana.edu.co/Facultades/Teologia/servicios_formacion_int_univ/ecoteo1/pret-01b.pdf

Trujillo, María Andrea y Vélez Bedoya, Rodrigo (2006); *Responsabilidad ambiental como estrategia para la perdurabilidad empresarial.* En *Univ. Empresa*, Vol. 5, No 10. Universidad del Rosario. p.p. 291-308.

Vargas Sánchez Alfonso y Vaca Acosta, Rosa María (2005); *Responsabilidad Social Corporativa y cooperativismo: Vínculos y*

potencialidades. En CIRIEC España, No 53. p.p. 241-260. ISSN: 0213-8093.

Velásquez, M.G. (2000); Ética en los negocios. Conceptos y casos. México: Prentice Hill-Pearson Educación.

Vélez, Ana María (2010); Una respuesta a la acción social, de la rentabilidad a la responsabilidad social empresarial. En Colombia Revista Ciencias Estrategicas, Vol. 23 p.p.11 – 25. Ed: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. ISSN: 1794-8347

Vidal, María del Mar Maira (2010); La Responsabilidad Social de las Empresas transnacionales con sede central en España, ¿Neopaternalismo industrial o globalización de derechos? En: Sociología del Trabajo, Nueva Época. No. 69. p.p. 95-118.

Visser, W. (2008); Corporate Social Responsibility in developing countries. En A. Crane, A. McWilliams, D. Matten, J. Moon & D. Siegel (eds.), The Oxford Handbook of Corporate Social Responsibility, Oxford: Oxford University Press, p.p. 473-479.

Vives, A., Corral, A. e Isasi, I. (2005); Responsabilidad Social de la Empresa en las PYMES de Latinoamérica BID-IKEI. Septiembre de 2005.

World Summit on Sustainable Development IISD, I. I. f. S. D., 2002. Summary of the World Summit on Sustainable Development: 26 August - 4 September 2002, Paper presented at the <http://www.iisd.ca/linkages/vol22/enb2251e.html>; WSSD, 2002. Plan of Implementation, Johannesburg.

Concepciones de justicia analizadas desde la idea de igualdad propuesta en la teoría de justicia de John Rawls*

Laura Patricia Plata Lozada** | Jesús Ernesto Urbina Cárdenas***

Recibido:
Septiembre 23 de 2011

Aceptado:
Diciembre 12 de 2011

Resumen

El presente estudio pretende comprender las concepciones de justicia de estudiantes de una universidad, internos en un establecimiento penitenciario de alta y mediana seguridad, desde la idea de igualdad de John Rawls. La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo y se fundamentó epistemológicamente en la hermenéutica. Para cumplir con los objetivos del estudio se realizó una observación y análisis en tres (03) estudiantes internos de diferentes edades, patios, carreras y delitos por el cual fueron condenados. Metodológicamente el proceso de construcción de categorías se llevó a cabo de dos formas que son: las categorías iniciales y las categorías emergentes mediante el proceso de codificación abierta, axial y selectiva. La información recogida fue analizada desde un enfoque hermenéutico y buscó principalmente comprender e interpretar las concepciones que sobre Justicia tienen los participantes desde las perspectivas de John Rawls. Se utilizaron como métodos de recolección, herramientas como: la entrevista semi-estructurada, la encuesta y la revisión teórica con el fin de recolectar, sistematizar y analizar la información.

Palabras clave: *Concepciones, justicia, libertad, igualdad, recompensa, convivencia, subjetividad, conflicto.*

Abstract

The present study intends to understand the students justice conceptions of a University, internal in a prison establishment of high and medium security, since the conception of justice of John Rawls. The investigation developed since a qualitative focus and was supported epistemologically in the hermeneutic. To comply with the objectives of the study an observation was carried out and analysis in three (03) internal students of different ages, patios, careers and crimes by which were condemned. Methodologically the categories construction process was carried out of two forms that are: the initial categories and the emerging categories. The information collected was analyzed since a focus Hermenéutico and sought chiefly to understand and to interpret the conceptions that on Justice have the participants since the perspectives of John Rawls. They were utilized like methods of harvesting,

*Este artículo fue escrito con base en los resultados del proyecto de investigación que se desarrolló entre el primer y segundo semestre de 2010 el cual se titula: "Concepciones de Justicia de Estudiantes de una Universidad Internos en un Establecimiento Penitenciario de Alta y Mediana Seguridad". La investigación hace parte de la línea de investigación: "Pedagogía para la Paz y la Convivencia", de la Maestría en Práctica Pedagógica de la Universidad Francisco de Paula Santander. Los autores de la investigación agradecen a todos quienes participaron directa o indirectamente en la realización de esta tesis y la sinceridad, profundidad y honestidad de los estudiantes internos.

**Magistrante en Prácticas Pedagógicas, Ingeniera Financiera y Especialista en Gerencia. Tutora Universidad Francisco de Paula Santander -. lauraplata27@hotmail.com

***Mg. En Pedagogía. Doctorando en Ciencias Sociales, Docente y Director del Grupo de Investigación en Pedagogía para la Paz – GENPAZ.

tools as: the interview semi-structured, the survey and the theoretical review in order to collecting, to systematize and to analyze the information.

Keywords: *Conceptions, justice, liberty, equality, reward, contact, subjectivity, conflict.*

1. Introducción

En el marco de la teoría de justicia propuesta por John Rawls en 1971, se establece la igualdad como uno de los dos principios fundamentales a los que todos los seres humanos tienen derecho sin discriminación alguna de raza, sexo, ideas políticas o creencias religiosas. El trabajo que se presenta en este artículo expone resultados parciales del análisis de la categoría “igualdad” del proyecto de investigación titulado “*Concepciones de justicia de estudiantes de una universidad internos en un establecimiento penitenciario de alta y mediana seguridad*”. La categoría igualdad se encuentra soportada teóricamente en la teoría de justicia de John Rawls y en los treinta artículos que componen la declaración universal de los derechos humanos.

El propósito de este estudio es comprender la naturaleza de las concepciones de justicia en los estudiantes de la Universidad Francisco de Paula Santander internos en el establecimiento penitenciario de alta y mediana seguridad de Girón- Santander. Esta investigación parte de asumir a la justicia como un fenómeno netamente social y de considerar que las concepciones que expresan los estudiantes de una u otra forma reflejan las diferentes

realidades y situaciones a las que han estado expuestos tanto en su contexto interno como externo. La palabra justicia refleja en las percepciones de los estudiantes internos un sinnúmero de significados, por lo que no se puede afirmar que existen dos personas con concepciones de justicia totalmente iguales, teniendo en cuenta que estas ideas fueron construidas a través de las experiencias vividas por cada uno de ellos en el transcurso de su vida, y probablemente estas experiencias sean total o parcialmente diferentes.

A través de la historia las teorías de justicia han jugado un papel fundamental en el desarrollo de las sociedades y en el surgimiento de paradigmas que regulan el comportamiento humano. Algunos autores afirman que existen mayores problemas de injusticias y desigualdades sociales, económicas y culturales en los países subdesarrollados, que a su vez son los que poseen el mayor número de poblaciones en condiciones de pobreza extrema y miseria¹ ...

Aunque existen muchos teóricos en el mundo que han conceptualizado el tema de la justicia como es el caso de John Rawls, en Colombia existen pocos estudios que aborden el problema de la justicia desde el término de las personas detenidas o en condición de internos. Por otra parte, para el caso de la

¹Según el Departamento Nacional de Estadística (DANE): “En el 2009, la pobreza por ingreso se redujo en 0,5 puntos porcentuales frente a 2008, al pasar de 46 a 45,5 por ciento de la población nacional; la pobreza extrema, entre tanto, disminuyó 1,4 puntos porcentuales para el mismo período de referencia, según el más reciente informe de la Misión para el Empalme de las Series Empleo, Pobreza y Desigualdad (MESEP). Recuperado el 26 de Enero de 2011 de http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=744:presentan-cifras-sobre-pobreza-en-colombia&catid=1:latest-news Durante los últimos doce meses, diciembre 2009 – noviembre 2010, la tasa global de participación fue 65,7%, la tasa de ocupación 57,5% y la tasa de desempleo 12,5%. Recuperado el 26 de Enero de 2011 de: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/bol_ech_nov10.pdf.

pedagogía previa revisión en Colombia y en Hispanoamérica aún no existen evidencias escritas sobre esta temática.

En Colombia se hace necesario que personas comprometidas con la justicia, la convivencia y la paz realicen investigaciones que aborden temas como que el que se propone en esta investigación, contribuyendo al fortalecimiento de las teorías de justicia ya existentes.

Para comprender las concepciones de justicia es importante conocer, estudiar, analizar y categorizar los relatos, las experiencias, preferencias y necesidades reales de las personas que participan en esta investigación y de las diferentes teorías de justicia a través de la historia de la humanidad. Por todo lo anterior y por la experiencia como tutora de la Universidad Francisco de Paula Santander en el establecimiento penitenciario de alta y mediana seguridad de Girón-Santander por aproximadamente más de cinco (5) años de trabajar, compartiendo y viviendo experiencias con los estudiantes de la UFPS internos, nació la necesidad de plantear la siguiente pregunta de investigación: *¿Qué concepciones de justicia desde la idea de igualdad expresan los estudiantes de una universidad internos en un establecimiento penitenciario de alta y mediana seguridad?*

2. Horizonte teórico

Declaración Universal de los Derechos Humanos. La tesis encuentra un importante sustento teórico en la declaración universal de los derechos humanos. Por tal razón fue necesario estudiar y analizar dicha declaración además de la concepción de justicia de John Rawls entre otros autores; en el recorrido de los treinta (30) artículos de Rawls se promueve la justicia y la igualdad, pilares fundamentales del presente trabajo, que facilitan la comprensión de las concepciones de justicia de los estudiantes internos (García-Añón,

1994; Casal, 2000; Vita, 2003; Teitel, 2003; Teimil-García, 2009).

La declaración oficial de los derechos humanos fue promulgada por medio de la resolución 217 A (III) de 1948, en la cual se recogen aquellos derechos que son considerados básicos para la defensa de todos los seres humanos sin discriminación alguna. Esta declaración es la unión de pactos y protocolos internacionales y constituyen la carta internacional de derechos humanos que obliga a los estados firmantes a cumplirlos e incluirlos en sus respectivas cartas magnas o constituciones, exigiendo a los gobiernos a trabajar para que tanto los individuos como las instituciones promuevan mediante la enseñanza y la educación estos derechos y libertades fundamentales del hombre, y promoviendo el desarrollo de las relaciones amistosas entre las naciones (Abuchaibe, 2008; Draibe, 1994; DNE, 2010; Cortes, 2010).

La teoría de la justicia de John Rawls

La concepción de la justicia (Alvarado, 2005; Arango, 2000; Caballero, 2006; Gargarella, 1994; González-Soler, 1983) parte del establecimiento de dos principios fundamentales: el primero justifica el hecho de que cada persona que participa de una práctica o se ve afectada por ella deber ser libre, y el segundo principio habla de las desigualdades que invaden el diario vivir de nuestro mundo. Estos dos principios son fundamentales para que las personas creen sus propias concepciones de justicia (Rawls, 2006).

En la teoría propuesta por este autor, conocida como teoría ideal, se expone la importancia de conocer y estudiar las preferencias y necesidades reales de las personas que componen la sociedad objeto, y una vez se conozcan estas demandas, se procede a tomar las decisiones de distribución justa y equitativa de los bienes y servicios para todos. Esta distribución debe partir del establecimiento imparcial de un sistema

Concepciones de justicia analizadas desde la idea de igualdad propuesta en la teoría de justicia de John Rawls*

justo en las instituciones del estado, quien es el responsable de velar por la justicia social. Plantea además que las instituciones del estado deben representar la justicia, y esta debe ser contemplada e interpretada como una virtud, asegurando que estas instituciones pueden llegar a hacer todo lo ineficientes e inútiles ó retrogradadas que se pueda pero nunca injustas.

En un planteamiento hecho por Rawls en el texto “justicia como equidad”, afirma que es imposible encontrar una sociedad donde no existan injusticias o desigualdades pero lo realmente importante es que estas desigualdades no sean aceptadas, ni vividas, y que sean desterradas del todo de los pensamientos y de las actuaciones de las personas que componen esta sociedad, y de esta forma lograr un ideal social. “En un sociedad justa, las libertades de la igualdad de ciudadanía se toman como establecidas definitivamente; los derechos asegurados por la justicia no están sujetos a regateos políticos ni al cálculo de intereses sociales.... Siendo las primeras virtudes de la actividad humana, la verdad y la justicia no pueden estar sujetas a transacciones”. (Rawls, 1971).

Para Rawls (2006), los principios que expresan la justicia corresponde a tres ideas: libertad, igualdad y recopensa.

Principios de justicia de John Rawls: Para Rawls el establecimiento de una sociedad justa y estable parte del principio de que sus ciudadanos se sientan, crezcan y vivan libres e iguales, sin importar los conflictos que se puedan presentar por el afán de satisfacer necesidades individuales, y sin interesar sus creencias éticas, morales, políticas, económicas y religiosas y de sus posiciones originales.

Primer principio: “Cada persona debe tener un derecho igual al esquema más extenso de libertades básicas iguales compatible con un esquema similar de libertades para otros”. (Rawls, 2006:53).

Libertad: El concepto de libertad para Rawls se encuentra claramente definido en

lo que él mismo denominó como el primer principio de justicia. Este primer principio es catalogado como un principio de libertades o de distribución equitativa de los más amplios esquemas de libertades básicas en igualdad de derechos y oportunidades para todos. Las libertades básicas de los ciudadanos son la libertad política (Votar y postularse a cargos de elección), libertad de expresión y de asociación, libertad de conciencia y libertad de pensamiento, libertad de la persona al mismo tiempo que el derecho de poseer propiedad personal, y libertad de no ser objeto de detención arbitraria.

Segundo principio: “Las desigualdades sociales y económicas deben de resolverse de modo tal que:

- Resulten en el mayor beneficio de los miembros menos aventajados de la sociedad (el principio de la diferencia).
- Los cargos y puestos deben de estar abiertos para todos bajo condiciones de igualdad de oportunidades (justa igualdad de oportunidades)”. (Rawls, J. 2006:303)

Igualdad: El concepto de igualdad para Rawls se encuentra claramente definido en lo que él mismo denominó como el segundo principio de justicia.

Siguiendo a este autor, este segundo principio es catalogado como el principio de diferencia. El principio de la diferencia corresponde a la idea de la fraternidad porque incluye la necesidad de no querer mayores ventajas a menos que beneficien a los peor situados. Las desigualdades económicas y sociales habrán de ser conformadas, de modo tal que a la vez: a) se espere razonablemente que sean ventajosas para todos, b) se vinculen a empleos y cargos alcanzables para todos. Esto significa que no pueden intercambiarse las libertades aseguradas por el primer principio para obtener mayores ventajas económicas. Las desigualdades económicas deben apoyarse, por su parte, en el principio de la justa igualdad de oportunidades.

En este principio se introduce el concepto

de eficacia sin olvidar la prioridad que tiene la justicia frente a la eficacia, aunque estos dos términos estén íntimamente ligados. El principio de eficacia o criterio de Pareto dice que el bienestar de un grupo está en su punto óptimo cuando es imposible que ninguno de sus integrantes mejore sin que al menos otro se vea perjudicado. Este principio de eficacia permite grandes desigualdades y por lo tanto distribuciones injustas como las que se darían, por ejemplo, en el caso de un sistema de servidumbre que no pudiera ser reformado para mejorar la condición de un siervo sin empeorar la condición de un terrateniente. El principio de la diferencia impediría estas desigualdades profundas al hacer trabajar toda desigualdad a favor de los menos favorecidos, optando por una distribución eficaz, a saber, aquella que no es posible reformar sin empeorar las expectativas de al menos uno; el peor situado. *“Las expectativas más elevadas de quienes están mejor situadas son justas si y sólo si funcionan como parte de un esquema que mejora las expectativas de los miembros menos favorecidos.* (Rawls, J. 1971: 80)

Según Rawls, las personas en la posición original optarían, una vez garantizadas las libertades básicas y la justa igualdad de oportunidades, por una distribución desigual de los otros bienes primarios como son la riqueza, la autoridad y el ingreso, si esta distribución desigual mejorara las expectativas de los menos favorecidos, es decir, les otorgara mayor bienestar que el que obtendrían con una distribución equitativa. *“Un sistema social justo define el ámbito dentro del cual los individuos tienen que desarrollar sus objetivos, proporcionando un marco de derechos y oportunidades así como los medios de satisfacción dentro de los cuales estos fines pueden ser perseguidos equitativamente”* (Rawls, 1997, 42).

Los principios de la justicia según este autor son básicamente dos: la igualdad en la repartición de derechos y deberes básicos, y la igualdad social y económica en la distribución de la riqueza y la autoridad, o su desigualdad sólo en aquellos casos compensadores para todos y todas, y en particular para los menos

avanzados de la sociedad. En este sentido, la justicia y sus dos principios tienen que estar en el punto de partida del contrato social compartido o del acuerdo original: *“son los principios que las personas libres y racionales interesadas en promover sus propios intereses aceptarían en una posición inicial de igualdad como definitorios de los términos fundamentales de su asociación”* (Rawls, 1997, p. 24).

La igualdad de los seres humanos estará definida desde su naturaleza moral y racional como sujetos de libre elección, lo que abre la perspectiva del pluralismo razonable de la teoría Rawlsiana, en las diferentes formas como los sujetos desde sus propios intereses se vinculan al sistema social definido como justo. A pesar de que algunos estudios limitan los miembros de la sociedad – en calidad de iguales – a los adultos, dejando por fuera de la reflexión posible a los niños y las niñas, el estudio retomó sus conceptos poniéndolos en juego en la población infantil: *“Justo define el ámbito dentro del cual los individuos tienen que desarrollar sus objetivos, proporcionando un marco de derechos y oportunidades así como los medios de satisfacción dentro de los cuales estos fines pueden ser perseguidos equitativamente”* (Rawls, 1997, p. 42).

3. Metodología

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo (Ricoeur, 2006), fundamentado epistemológicamente en la hermenéutica (Cárcamo, 2005) y metodológicamente el proceso de construcción de categorías se llevó a cabo siguiendo el modelo de Strauss y Corbin (2002): codificación abierta, axial y selectiva.

La información recogida fue analizada desde la teoría fundamentada y se buscó principalmente comprender e interpretar las concepciones que sobre justicia tienen los participantes desde las perspectivas de John Rawls. Se utilizaron como métodos de recolección, herramientas como: la entrevista semi-estructurada, la encuesta y la revisión

Concepciones de justicia analizadas desde la idea de igualdad propuesta en la teoría de justicia de John Rawls*

teórica con el fin de recolectar, sistematizar y analizar la información. Las categorías emergen a partir del relato de las experiencias de los participantes y entendiendo entonces a las concepciones como todo aquello que una persona o participante de una investigación conoce de algún tema en específico.

El análisis se hizo a través de categorías según las concepciones de John Rawls y experiencias relatadas por los participantes. Para el tema de la confiabilidad y la validez se desarrolló la triangulación a partir de las correlaciones entre los datos emitidos por los participantes, los referentes teóricos y lo que como investigador se observó y vivió en la realidad.

4. Resultados y discusión

Para la interpretación se agruparon los tres casos de estudio y las diez encuestas realizadas a los directivos y guardianes en dos casos integrados: estos casos contienen todos los testimonios tanto de estudiantes como de guardianes que luego fueron clasificados en las categorías de análisis. Los relatos de los participantes se identifican con un código en letras y números.

El Caso Integrado N°1 lo componen los participantes objeto de estudio que son estudiantes de tecnología en administración comercial y financiera, licenciatura en informática y licenciatura en educación física. Es importante resaltar que para los participantes no era nada fácil hablar de temas tan sensibles y cercanos a sus experiencias de vida y su condición social, ya que desafortunadamente han sido actores fehacientes de la injusticia, violencia y del conflicto colombiano, también es necesario rescatar la fluidez, el compromiso, la profundidad y la honestidad en sus relatos contribuyendo en la elaboración de la tesis y en la comprensión de las concepciones de justicia.

El segundo caso integrado, está conformado por las respuestas de diez directivos y guardianes del establecimiento penitenciario de alta y mediana seguridad de Girón–EPAMS. Estas respuestas son más precisas y destacan con mayor énfasis la concepción de justicia en relación con los internos del penal. El análisis permite conocer una nueva concepción de justicia, pero esta vez desde la perspectiva de quienes son los encargados de custodiar y vigilar a los internos. El presente estudio no pretende comprender las concepciones de justicia de los guardianes, sino abrir el horizonte de las concepciones de justicia, y de las implicaciones que éstas puedan acarrear en la convivencia diaria en las instalaciones del establecimiento penitenciario.

Al interpretar los comentarios de los estudiantes sobre las concepciones de justicia se puede decir que estos testimonios emitidos por los estudiantes internos se encuentran altamente correlacionados con la teoría de justicia y los principios propuestos por Jhon Rawls en 1971.

Caso integrado N° 1. Categorías iniciales: concepciones de justicia

CATEGORÍA: IGUALDAD

Desde los inicios de la humanidad el pueblo clama a gritos igualdad de derechos, deberes y oportunidades para todos los seres humanos, sin importar su condición social, económica, racial, sexual, religión a la que pertenece o sus opiniones políticas. Al analizar los testimonios de los estudiantes se observa que su concepción de justicia concibe a la igualdad como un principio que expresa, emana y fomenta justicia, lo cual coincide en principio con varias de las tesis de Rawls, sustentadas en el marco teórico de este texto.

Los estudiantes dividen el concepto la igualdad en dos subcategorías que a su vez se encuentran sustentadas teóricamente en el segundo principio de justicia de Jhon Rawls:

- **1° Subcategoría:** deberes, derechos y oportunidades para todos:

Las desigualdades económicas, políticas y sociales y la insatisfacción de las necesidades básicas del ser humano, deben ser resueltas con igualdad de derechos, deberes, oportunidades y ventajas para todos y sin ningún tipo de discriminación, donde todos tengamos los mismos derechos y podamos acceder equitativamente a los mismos empleos. Las sociedades que no combaten efectivamente estas desigualdades tienden a desaparecer a futuro, ya que estas carencias generan un sinnúmero de problemas como la pobreza extrema, violencia, conflictos, etc. Si estas sociedades desean continuar en continuo crecimiento y desarrollo, el estado y sus instituciones deben empezar por distribuir equitativamente los recursos y los bienes, para que todos los individuos tengan igualdad de derechos, deberes y oportunidades para todos, además los individuos deben dejar a un lado sus intereses personales e individuales por la búsqueda de un bien común, primar el interés general por encima del particular: *“Si, bastante porque, (...) como lo mencionaba (...) que todos tengamos lo mismo, para mi es justo que todos tengamos los mismos derechos, (...) los mismos valores, porque en este país hay clase media, alta y baja, y eso no es justo (...) porque se dice que aquí tenemos baja producción (...) cuando aproximadamente el ingreso per cápita es muy pobre, y resulta que aquí hay gente que tiene que sobrevivir con dos mil pesos en el día y hay gente que gana aquí 2, 3, 4 millones en un mes como hay otros que ganan 15, 20, entonces yo creo que no hay equidad, y la justicia va de la mano con la equidad”* (E1:P27).

La igualdad de derechos, deberes y oportunidades incluyen también a quienes por circunstancias de la vida han cometido delitos y le han hecho daño a una sociedad. La igualdad es incluyente: *“Sí, la justicia tiene que ver con la igualdad en todo los ámbitos. ¿Por qué?... Porque si hay justicia habrá igualdad de derechos y deberes tanto para los ciudadanos, como para los que cometen delitos”* (E2:P23).

Los estudiantes contemplan la eliminación de las desigualdades como una oportunidad de solucionar los conflictos: *“La justicia para mi es algo que se lleva a cabo frente a un problema, ya que en ella podemos encontrar la igualdad frente a derechos y deberes que se tengan en los problemas a solucionar”* (E2:P9).

Los estudiantes consideran que una oportuna y eficiente intervención de los poderes del estado corrige desigualdades, disminuye la corrupción y hace cumplir la ley de igual manera para todos incluyendo al mismo estado y sus instituciones: *“(…) como lo nombré anteriormente, con los falsos positivos que se están viendo hoy en día, (...) creo que con lo que están haciendo de coger los paramilitares, como que ya se ha ido cayendo un poco esa injusticia que había que todo el mundo hacía las cosas y quedaban tapadas. El mismo gobierno, gente del estado esta acá y esta hoy en día en la cárcel porque están participando en actos de corrupción, entonces como que se está viendo un poco de justicia porque esa gente que hacían sus delitos y como eran del estado nadie los podía tocar, pero hoy en día están empezando a pagar... ya como que vemos un poco de justicia en la justicia...”* (E1:P21).

- **2° Subcategoría:** distribución equitativa:

Los estudiantes consideran que no se puede permitir que mientras unos se sacrifican y pasan dificultades, y que a su vez estos sacrificios son insuficientes, otros disfruten con ventajas estos sacrificios. El estado debe velar que exista una correcta y equitativa distribución de la riqueza, la autoridad, los ingresos y los empleos para todos los habitantes del país, sin discriminación alguna, todas las regiones deben ser tratadas por igual en todos los aspectos. La distribución inequitativa de los recursos para algunos departamentos de Colombia viola el segundo principio de Rawls en donde se expresa que debe existir un mayor beneficio para los menos favorecidos, y no para los más favorecidos de la sociedad, ya que esto provoca insatisfacción de las necesidades

Concepciones de justicia analizadas desde la idea de igualdad propuesta en la teoría de justicia de John Rawls*

básicas del ser humano y se agudiza el conflicto: “(...) también me parece injusto lo que hace el estado con algunos departamentos, ya que los tiene totalmente olvidados como es el Chocó, me parece injusto que siendo un país como tan unido, nuestro país que es del gobierno del pueblo (...) concluyente, donde se eligen (...) donde el pueblo elige a sus gobierno democrático, y aquél lo que hace es prometerles y no les cumplen, me parece algo injusto, la pobreza que hay (...) en algunos lados el hambre que se vive en la gente que vive en casitas de cartón y sabiendo que tienen derecho por la Constitución a que se les brinde educación (...) un techo. Me parece totalmente injusto por parte del gobierno” (E1:P19).

El rico quiere ser cada vez más rico y el pobre tiene que resignarse a ser cada vez más pobre, la igualdad consiste en lograr que las expectativas de quienes están mejor situados, actúen para mejorar las expectativas de los menos favorecidos. Es necesario que los individuos conciban que sea necesario para que una sociedad se desarrolle y no desaparezca con el transcurrir del tiempo, hacer a un lado sus intereses particulares e individuales y dar paso a los intereses generales que beneficien a todos, y no solamente al más poderoso o al más rico: “Todos los seres humanos nacemos libres e igual condiciones y es la misma sociedad la que impone los malos hábitos y a través de ellos nace la gran problemática actual: el rico quiere ser más rico, pero este grupo es muy pequeño. El pobre es cada día más pobre, pero este grupo es grande y en el medio de ellos hay las oportunidades, y cuando de oportunidades se trata entra toda la injusticia” (E3:P35).

Los estudiantes expresan que la distribución equitativa también incluye el establecimiento de condenas equitativas al delito. Tienen menores y mejores condenas quienes han cometido delitos atroces a la humanidad, terrorismo, narcotráfico, secuestros como los paramilitares, y sin importar las víctimas, a otras personas: “Injusticia, por ejemplo en el caso de los paramilitares, como es posible que (...) hombres que hayan cometido delitos atroces, delitos de lesa humanidad, terrorismo, narcotráfico, secuestro como se llamen, vayan a

cumplir condenas menores de ocho años, eso es algo injusto frente a Colombia y una burla para la sociedad Colombiana víctimas de la violencia por los grupos al márgenes de la ley” (E2:P19).

El estado debe velar para que se establezcan condenas equitativas a los delitos sin discriminación alguna o interés particular, para que estos no queden en la impunidad y se generen nuevos conflictos: “Si bastantes, (...) con lo mismo que se ve hoy en día de los paramilitares, me parece injusto lo que está aplicando hoy en día el gobierno, que es una pena alternativa. Cómo es posible que una persona que haya cometido 500 hasta 1000 homicidios, que ellos mismos lo dicen... les dan una pena hoy en día de 8 años. Me parece algo injusto que una persona que tal vez por error cometió el delito trata de demostrar su inocencia con miles de formas y no le creen. Entonces aquí es más fácil que una persona que dice “yo maté 5 o 10... los tengo por allí enterrados, ajá... gracias por colaborar con la justicia”, entonces le hacen una rebaja del 50%, pero aquel que viene luchando toda una vida diciendo señores mi pelea es por un país más justo, en el tribunal no le creen. Me parece algo injusto, en esa parte no estoy de acuerdo con la justicia lo que están haciendo hoy en día, (...) por ejemplo el acceso carnal violento, si yo violé a la niña, ah! muchas gracias por su colaboración le damos una rebaja del 50%, me parece que eso no es justicia, eso es lo más injusto que puede haber en la justicia colombiana” (E1:P23).

5. Conclusiones

Se puede concluir, al finalizar el proceso de interpretación de los comentarios de los estudiantes, que las concepciones de justicia emitidas por los estudiantes internos se encuentran correlacionadas con los principios de justicia establecidos en la teoría de Jhon Rawls en 1971 y la declaración universal de los derechos humanos de 1948.

Para los estudiantes la igualdad también es justicia: la igualdad de derechos, deberes y oportunidades sin discriminación alguna de

sexo, raza, religión, opinión política, condición social o económica. Es justicia que todos los seres humanos tengan iguales derechos de acceder equitativamente a los mismos empleos y de satisfacer las necesidades básicas como el trabajo, vivienda, salud, educación, alimentación, recreación etc. Existe justicia cuando los más favorecidos trabajan en pro de los más necesitados, y que sean distribuidas equitativamente las riquezas para todos por igual, donde para todos exista la posibilidad de poseer propiedades económicas y donde se pueda acceder a la propiedad intelectual y cultural. Para los estudiantes también es justicia cuando se emiten condenas equitativas al delito y cuando el estado y sus instituciones intervienen para disminuir las desigualdades sociales y la corrupción.

Para el personal de guardia y directivos justicia es tratar a todos por igual, sin importar la condición social, económica, política, religiosa o sexual. Para los guardianes y el directivo, quien es también perteneciente a la guardia, las concepciones de justicia de cada individuo se forman a partir de las experiencias vividas a lo largo de la vida de cada uno de ellos.

Los guardianes al igual que los internos conciben la libertad, la igualdad y la recompensa como justicia, y la califican como una virtud que facilita la solución de un sinnúmero de conflictos en los cuales se ven inmersos todos los seres humanos.

6. Referencias bibliográficas

Abuchaipe-Olano, Roberto Nicolás. 2008. Análisis comparativo del proceso de justicia y paz Colombiano: entre las políticas de impunidad y las demandas de justicia: Universidad de los Andes, Bogotá – Colombia.

Alvarado, Sara Victoria; Héctor Fabio Ospina, María Teresa Luna. 2005. Concepciones de

justicia en niños y niñas que habitan contextos urbanos violentos: Universidad de Manizales – Colombia.

Arango, Rodolfo. 2000. “John Rawls y los Derechos Constitucionales”. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá – Colombia. Recuperado el 27 de enero de 2011 de: http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=844zN343KSMC&oi=fnd&pg=PA157&dq=concepciones+de+justicia&ots=tNNoecTnkW&sig=OwLAOcliPbe_oLQkb-lcRnWwIw#v=onepage&q=concepcion%20de%20justicia&f=false

Asamblea General de las Naciones Unidas; (1948). Declaración Universal de los Derechos Humanos, Resolución 217 A (III) del 10 de diciembre de 1948”. París – Francia.

Caballero, José Francisco. 2006. La Teoría de la Justicia de John Rawls: Voces y contextos Otoño, núm. II, año I.

Cárcamo, Héctor. 2005. Hermenéutica y Análisis Cualitativo Cinta de Moebio: Vol. Núm. 023. Universidad de Chile, Chile.

Casal, Paula. 2000. Ideas para una Teoría de Justicia universal con una intención cosmopolita. Keele University/Harvard University – Boston Estados Unidos.

Congreso de la República de Colombia. (2005). Ley 975 de 2005, Ley de Justicia y Paz. Colombia.

Cortes Rodas, Francisco. (2010). Una Crítica a las Teorías de Justicia Global: Al Realismo, A Rawls, Habermas y Pogge. Universidad de Antioquia – Colombia.

Departamento Nacional De Estadística. (2010). Recuperado el 26 de Enero de 2011 de: http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=744:presentan-cifras-sobre-pobreza-en-colombia&catid=1:latest-news

Draibe, Sonia. 1994. Neoliberalismo y

- Políticas sociales: Reflexiones a partir de las Experiencias Latinoamericanas. Universidad de Campinas Unicamp – Brasil.
- Gargarella, Roberto. (1999), en el estudio titulado: “Las teorías de la justicia después de Rawls. Un breve manual de filosofía política”. Publicado en Ediciones Paidós Iberoamérica, S.A. Barcelona- España.
- García-Añón, José. 1994. La teoría de la justicia y los derechos morales en John Stuart Mill: Universidad Universitat de Valencia – España.
- Giordan, André; Gerard De Vecchi. 1999. Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos. Sevilla: Díada Editores.
- González-Soler, María Dolores. 1983. Fundamentos, análisis y crítica de la teoría de la justicia de John Rawls, Universidad Complutense de Madrid - España.
- Jaramillo Jefferson; Yesid Echeverri. 2006. Aproximación a las Concepciones de Justicia y Bien desde John Rawls y Milton Fisk. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá – Colombia. Universidad de San Buenaventura, Cali - Colombia.
- Martini, Florencia. 2009. La teoría de la Justicia entre el liberalismo igualitario y el marxismo contemporáneo – Teoría de la Justicia, Igualdad Jurídica, Libertad Individual, Liberalismo Igualitario, Teoría Democrática Deliberadora. Tierra socialista: Papeles sobre la Democracia, socialismo y ecología política, año 1. Universidad Nacional del Comahe Buenos Aires – Argentina.
- Muñoz-Gaviria, Lina Paola. 2003. Hacia una observación de las concepciones de justicia en la toma de decisiones vistas en el caso de la conciliación: Tesis de Maestría en Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes, Bogotá – Colombia.
- Pérez de la Fuente, Oscar. 1993. “Escalas de Justicia y Emancipación: Inclusión, Redistribución y Reconocimiento”. Universidad Carlos III de Madrid – España.
- Rawls, John. 2006. Teoría de la Justicia: revised edition, FCE, 6ª reimpresión de la 2ª edición.
- Rawls, John. (2008). Microsoft® Student 2009 [DVD]. Microsoft Corporation.
- Rawls, John. Justicia como Equidad 1: Revista Española de Control Interno. W.D. LAMONT, the Principles of Moral Judgement (Oxford, 1946), cap. V.
- Revista electrónica de investigación y evaluación educativa: Justicia: Concepciones filosóficas: Sofistas, Platón, Aristóteles, Santo Tomás de Aquino, Maquiavelo, Hobbes, Hume. Recuperado el 27 de Marzo de 2010 de <http://www.ixquick.com/do/metasearch.pl>
- Ricoeur, Paul. Del Texto a la Acción. 2006. México, FC.
- Teimil-García, Iván. 2009. Concepciones de la justicia en la filosofía política contemporánea, imparcialidad, universalismo y diferencia: Universidad de Oviedo - España.
- Teitel, Ruti. 2003. Genealogía de la Justicia Transicional. Publicado en Harvard Human Rights Journal, Vol. 16. Cambridge, MA.
- Vita, Álvaro. 2003. La Teoría de Rawls de la Justicia Internacional. En publicación: filosofía contemporánea. Controversias sobre civilización, imperio y ciudadanía. Atilio A. Borón. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina.
- Yepes, Ricardo; Javier Aranguren. 1999. Fundamentos de Antropología: Editorial EUNSA, cuarta edición.



TARJETA DE SUSCRIPCIÓN

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD
FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

NOMBRES: _____

APELLIDOS: _____

ENTIDAD/INSTITUCIÓN: _____

CARGO: _____

DIRECCIÓN: _____

CIUDAD: _____ ESTADO/DPTO.: _____

PAÍS: _____ ZONA POSTAL: _____

TELÉFONO: _____ FAX: _____

E-MAIL: _____

La revista RESPUESTAS es una publicación científica que presenta la producción de trabajos de investigación de la Universidad Francisco de Paula Santander y la comunidad científica en general en todas las ramas del saber, con ISSN: 0122-820X

Instrucciones:

Diligenciar la tarjeta de suscripción, enviar a: revista RESPUESTAS Universidad Francisco de Paula Santander. Vicerrectoría de Investigación y Extensión. Edificio Semipesados.

Avenida Gran Colombia No. 12E-96 Barrio Colsag Tel: 5776655 Ext. 333 Telefax: 5752854.

e-mail: respuest@motilon.ufps.edu.co Cúcuta - Norte de Santander - Colombia.

SUGERENCIAS:

