

Vestigium

Revista científica de la Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre
"Clodosbaldo Russián".



ISSN: En trámite

Vol. 2, N° 1. enero - junio 2022



Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre “Clodosbaldo Russián”

Vestigium

Revista científica de la Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre “Clodosbaldo Russián”

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

MSc. Enry Gómez
Rector

MSc. Olismar Millán
Vicerrectora Académica

MSc. Carlos Pérez
Vicerrector Territorial

MSc. Jesús Blanco
Secretario

Dra. Ediyelly González
Coordinación de Creación Intelectual y Desarrollo Socio Productivo

Revisión de textos en inglés: MSc. Rafael Pardo. (UPTOSCR)

Diseño, composición y transcripción: Lcda. Nilda Monsalve (UPTOSCR)

Corrección y estilo: Lcdo. Marcos Rodríguez (UPTOSCR)

Portada: UPTOSCR. jardines adjuntos a la Plaza del Estudiante.

Vestigium, es una publicación científica de carácter semestral, orientada a promover la divulgación y discusión de las investigaciones realizadas en Venezuela, dentro de las Ciencias y la Tecnología. Con el fin de comunicar resultados y avances en torno a la investigación que se produce en las distintas áreas temáticas de esta publicación.



@revistavestigi1



Vestigium

Revista Científica de la Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre “Clodosbaldo Russián”

Scientific Journal of Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre “Clodosbaldo Russián”

Vestigium, es una publicación científica arbitrada y multidisciplinaria, creada con el objetivo de promover la investigación del personal adscrito a la Universidad, así como de los investigadores adscritos a otros Organismos, tanto a nivel nacional como internacional.

Los artículos publicados en Vestigium, son admitidos previamente por el Comité Editorial y luego revisados por dos árbitros, bajo el sistema “doble ciego”.

Para toda la correspondencia, envío de manuscritos, y otros propósitos, puede utilizar los siguientes contactos:

Correos electrónicos: vestigium@uptos.edu.ve y revista.vestigium.uptos@gmail.com

Dirección postal: Revista Vestigium Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre “Clodosbaldo Russián” Km.4 Carretera Cumaná – Cumanacoa Cumaná, estado Sucre Venezuela.

Fax: +58 293 4672150

© 2021 Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre “Clodosbaldo Russián”.

Vestigium publica artículos, ensayos, reseñas bibliográficas, entrevistas y comunicaciones originales, con interés para el desarrollo regional en las siguientes áreas:

- Humanidades y Educación.
- Ciencias Básicas (Física, Biología, Química y Matemática).
- Ingeniería (Procesos Químicos, Higiene y Seguridad Laboral, Instrumentación y Control, Electricidad,
- Electrónica, Electricidad, Ingeniería Mecánica, Informática, Ingeniería Naval, Seguridad Alimentaria, Agroalimentación)
- Ambiente y Conservación.
- Ciencias sociales y Económicas
- Ciencias de la Salud.



Vestigium

Revista Científica de la Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre “Clodosbaldo Russián”

Scientific Journal of Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre “Clodosbaldo Russián”

Comité Editorial

Editor General: Dr. José Acosta.

Asistente del Editor: Lcda. Nilda Monsalve.

Supervisores académicos en Ciencias Básicas y Desarrollo: Dra. Iliana Jiménez – Dr. Henry Ramírez.

Supervisora Académica en Humanidades y Ciencias Sociales: Dra. Isaura Montaña.

Supervisores Académicos en Ingeniería y Ciencias Aplicadas Dra. Ediyelly González – MSc. Jenry Balebona.

Supervisores de Diseño y Arte Final: Lcdo. Marcos Rodríguez – MSc. Rafael Marín.

Consejo Editorial

Dra. Adriana Gamboa (UPTOSCR)

Lcdo. Enrique Ortiz (FUNDACITE - Sucre)

Dra. Blanca Gazcue (UDO - Sucre)

PhD. Enrique Pino (INYCIA) - Portugal

MSc. Piedy Agamez (INYCIA) - Portugal

Dra. Damaris Zerpa (UDO - Sucre)

Dra. Ivón Benítez (Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría) - Cuba

PhD. Renier Esquivel (Universidad Técnica de Manabí) - Ecuador

Dr. Alfredo Castro (UDO-Sucre - Representante ONCTI Sucre)

Dr. Antonio Curcu (UDO - Sucre)



Vestigium

ISSN EN TRÁMITES

CONTENIDO DEL VOLUMEN 2, Nº 1.

(CONTENTS OF VOLUME 2, Nº 1.)

Carta del Editor

(Editor's Letter)

José Acosta

7-8

Artículos de investigación (Research papers)

Migración, interculturalidad y Educación: la ternura como puente ético de encuentro con el otro.

(Migration, interculturality and Education: Tenderness as an ethical bridge to meet the other)

Lisette Solórzano Lara

9-16

La relación dialógica abstracción - creatividad como conceptos ordenadores de la enseñanza de la matemática.

(The abstraction dialogical relationship - creativity as organizing concepts of the teaching of mathematics)

Willis Freites Goatache

17-30

Los contaminantes emergentes: un nuevo reto científico, tecnológico y social para Venezuela.

(Emerging pollutants: A new scientific, technological and social challenge for Venezuela)

Adriana Gamboa

31-47

Elementos epistemológicos para pensar una enseñanza transdisciplinaria de las ciencias.

(Epistemological elements to think about a transdisciplinary teaching of science)

Ángel Morillo.

48-59

Entrevista (interview)

Dra. Adriana Gamboa: cuidar los océanos es preservar la fuente de la vida.

60-63

Notas de interés.

(Interest notes)

64



Vestigium

Revista Científica de la Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre “Clodosbaldo Russián”

Scientific Journal of Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre “Clodosbaldo Russián”

Agradecimientos.

El Comité editorial de la revista Vestigium, reconoce y agradece a los especialistas que colaboraron con esta publicación en calidad de árbitros.

- Dra. Ismery Tineo.
- Dra. Ricarda Castañeda
- Dra. Milagros Rodríguez
- Dra. Norys Alfonzo
- Dr. Antonio Curcu
- Dr. Cruz Suárez.
- MSc. Manuel Martínez
- Dra. Consuelo Ramos de Francisco

Muchas gracias por su apoyo.

Dr. José Acosta

Editor en Jefe de la Revista Vestigium

El por venir en Latinoamérica no está determinado, no está dado. Sumergido en la incertidumbre, el por venir es abierto. La historia de la humanidad engloba una dinámica de lo inacabado, desvíos, incertidumbres. En otras palabras, muestra evidencias de transformaciones, una mixtura entre determinismo y lo imprevisible. Desde esta perspectiva la realidad es apenas una casualidad particular de lo posible.

Lo posible está siempre en potencia, en suspensión, en estado de fluctuación. La idea de transformar, de ir en busca de lo nuevo, permitiría sentar las bases para un pensamiento que conciba la emergencia de una ciencia acorde con la realidad latinoamericana y caribeña. Observada la especie humana, la historia de la sociedad y de la cultura, es ciertamente ahí que se configura la relación incierta, es verdad, pero al mismo tiempo es más apasionante situándose entre lo que está en potencial y el dominio de la libertad exploratoria, operativa e intencional.

Abogar por la construcción de una ciencia en armonía con nuestro contexto, con nuestra realidad supone, entre otros, apostar a favor de una formación que conlleve a la integridad del ser humano. El propósito es coadyuvar para desmontar la hegemonía de las investigaciones que poco o nada aportan a la solución de los graves problemas de la sociedad. De esta forma se posibilitaría irrigar la autoestima intelectual, esencial para la gestación de sujetos más vivos, autónomos, auténticos artífices del pensamiento, la ciencia y la historia. Lo que acarrearía la implicación del ser humano en el saber.

Desde este panorama se avizora el compromiso de los hombres y mujeres de ciencia. Se trata, entonces, de tomar conciencia de tal implicación, relativizar el sentido de objetividad, fracturar las verdades absolutas, así como incentivar los intercambios dialécticos comprensivos e intersubjetivos para dinamizar un pensamiento que robustezca la singularidad y la diversidad de la ciencia para revitalizar la condición humana.

Convencidos de que tal horizonte es posible, presentamos a la comunidad de investigadores, innovadores, tecnólogos y académicos el Volumen 2, Número 1 de la



Revista *Vestigium*, edición que muestra producciones intelectuales que brindan su aporte para la construcción de la ciencia concebida como instrumento de emancipación y desarrollo de la sociedad.

Para *Vestigium* la ciencia es un recurso esencial, tanto en lo referente a la generación de nuevos saberes como en lo relacionado al aporte de soluciones a problemas científicos, culturales, sociales, políticos, económicos, tecnológicos y educativos. Por lo que ha de ser una vía que permita tanto la relación dialéctica y dialógica entre las distintas disciplinas como la promoción del diálogo constante sobre las diferentes posibilidades de movilidad de los saberes en diversos escenarios.

Vestigium, desde este horizonte, abre sus puertas para recibir y difundir aquellos conocimientos que apunten hacia la promoción de la reflexión, la innovación y la creatividad, con miras al desarrollo de otros modos de pensar para contribuir en la generación de proyectos con soluciones pertinentes a los requerimientos de la región; así como impulsar solidaridades y entendimientos basados en el respeto a la diversidad de pensamiento y el fomento de una conciencia ética que promueva la construcción individual y colectiva del saber.

Reciban pues nuestra invitación a leer y socializar este nuevo número de *Vestigium*, para comprender e interpretar nuevos saberes. Nuestra intención es despertar las utopías para construir puentes entre el conocimiento, el saber, la historia del ser humano, del planeta, que acarreen el rescate del *vitae*, de la vida, requisito imprescindible para la consolidación de una nueva ciencia y de un nuevo tipo de humanismo.

Dr. José Acosta
Editor



Abstract

Interculturality speaks of the recognition of the "other" and the affirmation of oneself, therefore, it not only refers to the relationship "between cultures", but more significantly, to the relationship between cultures that are in conflict (Moya, 2009). This conflictive relationship is clearly observed in the migration process, especially the uncontrolled one, and is reflected in the acts of xenophobia and exclusion of all kinds suffered by migrants, given the scant and deficient response from governments, a response is urgently needed. From educational spaces as centers of public awareness that, through tenderness as an expression of inclusion and respect, allows to establish an affective and integration dialogue. The proposed objective is to reflect on the affective ethical bond between education and tenderness to promote intercultural dialogue between migrants and citizens of the host country, ontologically recognizing that the migrant is a subject of human rights. The research methodology is qualitative of the documentary type with a hermeneutical approach. As Results and / or discussions we have that the study carried out highlights the relationship between tenderness as an expression of integration and education as tools of intercultural dialogue. That reveal the need for the interrelation of the human being.

Keywords: interculturality, tenderness, education, ethics, migration.

Resumen

La interculturalidad, habla del reconocimiento del "otro" y de la afirmación de sí mismo, por tanto, no solo se refiere a la relación "entre culturas", sino más significativamente, a la relación existe entre culturas que están en conflicto (Moya, 2009). Esa relación conflictiva se observa con claridad en el proceso de migración, en especial la no controlada, y se refleja en los actos de xenofobia y exclusión de todo tipo que sufren los migrantes, ante la escasa y deficiente respuesta de los gobiernos, urge una respuesta desde los espacios educativos como centros de sensibilización ciudadana que, a través de la ternura como expresión de inclusión y respeto, permita entablar un diálogo afectivo y de integración. El Objetivo planteado es, Reflexionar sobre el vínculo ético afectivo entre la educación y la ternura para potenciar el dialogo intercultural entre de los migrantes con los ciudadanos del país de acogida reconociendo de forma ontológica que el migrante es un sujeto de derechos humanos. La metodología de investigación es cualitativa de tipo documental con enfoque hermenéutico. Como Resultados y/o discusiones tenemos que el estudio realizado pone en evidencia la relación entre la ternura como expresión de integración y la educación como herramientas del dialogo intercultural. Que revelan la necesidad de la interrelación del ser humano.

Palabras clave: interculturalidad, ternura, educación, ética, migración.

Migración, interculturalidad y Educación: La ternura como puente ético de encuentro con el otro

(Migration, interculturality and Education: Tenderness as an ethical bridge to meet the other)

Lisette Solórzano Lara

Universidad de Oriente. Escuela Humanidades y Educación,
Dpto. de Psicología e Investigación Educativa.
Ética, investigación educativa y cultura.

lissol4@gmail.com

Recibido: 01/04/2022; Aceptado: 10/05/2021

Introducción

El tema de las migraciones es tan antiguo como la historia misma de la humanidad, nuestras naciones son migrantes por naturaleza, bien sea por razones económicas, políticas, geográficas, bélicas, religiosas u otras, desde los anales de la historia la humanidad ha migrado, y los migrantes han sido recibidos diversas formas, pero el común es que siempre han sido extraños, forasteros, ajenos, los otros. Y esa imagen se ha instaurado en el imaginario colectivo de los pueblos, siendo difícil de desmontar como matriz de opinión.

Sin embargo, esa migración es la que les ha dado las características culturales a los pueblos del mundo hoy día, más ese proceso, históricamente hablando, ha sido marcado por la imposición, la usurpación de un pueblo sobre otro, esa por ejemplo es la historia de la América, sin embargo de la lucha de los pueblos usurpados

contra los usurpadores, para el reconocimiento de los derechos y las diferencias, étnicas, lingüísticas, culturales y religiosas, es que surge toda la teoría de la pluri, multi e interculturalidad, que como lo refiere (López, L. 2009) no ha estado precedido de un diálogo, pues solo puede haber diálogo entre iguales y ese no ha sido el caso de Latinoamérica, donde las diferencias han sido muy marcadas.

Entonces en este clima de desencuentros, se siguen dando las migraciones, pero ahora en el marco de la globalización, la cual ha marcado aún más las diferencias entre países ricos y países pobres, estos migrantes hoy día como lo afirma (Bauman, 2016) pasan a ser desechos sociales, extraños y generan temor y dudas en las personas que temen que, estos desterrados sociales, pongan en peligro su estatus de vida. Encontramos en las noticias diarias innumerables casos de xenofobia, racismo y exclusión que son el producto claro del miedo, el desamor, el desapego la indiferencia y la insensibilidad que plaga a nuestra sociedad, y que contrario a lo que se podría pensar, en un mundo “globalizado” donde la información viaja a milésimas de segundos, hay cada vez más ignorancia y oscurantismo.

Este panorama, por demás nefasto y desolador, más aún para quien tiene que tomar la difícil decisión de migrar, no por placer o voluntad propia, sino obligado por diversas circunstancias, no es irremediable, más allá de posturas ingenuas y medio panfletarias, la humanidad guarda a lo interno de si no sólo el germen de su destrucción, sino la semilla de su salvación, una que sólo en los espacios educativos puede encontrar el terreno fértil para florecer y prosperar, el papel de la educación es y siempre ha sido mantener viva la conciencia del ser humano, remover en lo profundo de su ser los valores, la conciencia ética y hoy más que nunca está llamada a despertar esa sensibilidad, esa ternura que permita florecer los encuentros y los diálogos horizontales, inclusivos e interculturales.

He allí, por qué este trabajo se propone, reflexionar sobre el vínculo ético afectivo entre la educación y la ternura para potenciar el dialogo intercultural entre de los migrantes con los ciudadanos del país de acogida reconociendo de forma ontológica que el migrante es un sujeto de derechos humanos. Entonces es la escuela y los espacios de educabilidad los lugares donde el debate, la reflexión el dialogo sensible tiene cabida, donde la posibilidad de la inclusión se abre paso, para entendernos como diversos, respetarnos aceptarnos y poder entablar conversaciones de un plano horizontal, ya que es en los espacios de educabilidad donde se posibilitan los cambios que luego se multiplican en sociedad.

Metodología

Este trabajo se centró en un estudio cualitativo de tipo documental a modo de ensayo teórico, donde de manera personal se asume el tema la migración e interculturalidad, para reflexionarlo en relación con la ternura como espacio ético educativo. Ahora bien, en un ensayo se destacan los aspectos subjetivos que expresa el ensayista sobre un determinado tema y una de sus funciones es, precisamente, evidenciar el

carácter interpretativo de la subjetividad del ensayista para conectar a los lectores con un horizonte de reflexión (Jaramillo y Mendoza 2004).

Considerando lo referido, lo primero que se hizo fue un ejercicio hermenéutico de los materiales Interculturalidad, educación y ciudadanía perspectivas latinoamericanas (López, L. 2009), La Ternura, Una Respuesta Pastoral Para Los Excluidos De Hoy (Meza G. 2007) y Extraños llamando a la puerta. (Bauman, 2016). Luego de leer los planteamientos que presenta dichos autores, se eligieron de manera cualitativa las categorías Interculturalidad, ternura, migración y educación, para plantear en este trabajo. Después se hizo una búsqueda exploratoria en algunas bases de datos como Scielo y Redalyc utilizando las palabras Interculturalidad, ternura, migración y educación.

De esta búsqueda se escogieron cualitativamente los documentos pertinentes para la reflexión en torno al tema planteado y al vínculo ético afectivo entre la educación y la ternura para potenciar el diálogo intercultural. La reflexión surgió de la relación de estas categorías en relación con aspectos de la realidad que vivimos, planteando la importancia de la ternura para alcanzar un verdadero diálogo intercultural, el análisis ontológico se centró en las relaciones humanas desde el sentir y no desde el pensar, más allá de la idea errónea que se tiene sobre la ternura como un acto lisonjero, estos fueron los aspectos fundamentales que orientaron este trabajo.

Resultados y/o discusión

El tema de la ternura, hay que abordarlo teniendo presente conceptos como amor, amistad, cariño, dulzura, afecto, y cordialidad, de esta manera podemos indagar en la riqueza y profundidad de contenido. Entonces, el término “ternura” según la (RAE 2021) proviene del latín *tēnērītas, ātis*, cualidad de lo que es tierno, terneza, blandura, delicadeza; evoca la idea de algo pequeño, frágil o delicado, por lo tanto, despojado de dureza y de rigidez.

La ternura como categoría, nos remite a un aspecto íntimo o interior y uno externo, el primero, da cuenta de una inclinación de amor o afecto interior -que se experimenta como participación viva, afectuosa y dinámica-, y el segundo, a una actitud cariñosa y protectora hacia alguien. Por otro parte, interesante el adjetivo “tierno” -de tener, *ēra, ērum*- blando, dúctil, tratable, flexible, sensible, afectuoso, amoroso; y -de tendere- extenderse hacia, encaminarse, dirigirse a, orientarse, proyectarse. Entonces la relación de ternura se expresa entre personas en una relación de entrega y reciprocidad, donde uno da y se proyecta en el otro. (Meza, 2007).

Sin embargo, este mundo nuevo-globalizado ha abierto más la zanja escandalosa de desigualdad entre ricos y pobres, incluso entre naciones; es un mundo que no muestra compasión hacia las víctimas del progreso económico, y además no ofrece esperanzas para los excluidos, pues en este nuevo mundo,

mercado global, no hay lugar para quienes no parezcan rentables o no puedan rentabilizarse. Por eso, queda claro que el hecho mayor en la coyuntura actual del mundo es ciertamente el imperio pavoroso de la lógica de exclusión y la creciente insensibilidad de muchísimos en relación a ella. La exclusión es la nueva cuestión social hoy, (Meza, 2007, p. 426)

Cómo hacer frente a esta exclusión, es precisamente la interrogante que se le plantea a la educación, con visión de inclusividad, y es allí donde la ternura como expresión de afecto, de cuidado de relaciones respetuosas, éticas y dialógicas tiende un puente, para vincularse con el otro desde el reconocimiento de sus necesidades, de sus carencias, de sus miedos. Y al hacerlo desde una perspectiva delicada, flexible y despojada de rudeza, es decir tierna, podemos abrir canales comunicacionales desde la confianza, la comprensión y el entendimiento, es ese el espacio que debe aprovechar la educación.

Más aún, cuando aceptamos como afirma Meza, (2007) que “hoy se está de acuerdo y se es consciente de vivir y convivir en un “mundo-aldea global” de relaciones tecnológicas, informáticas, económicas, políticas, pero poco ‘humanas’. Estas relaciones basadas en el factor IN: in-sensibilidad, indiferencia, in-solidaridad, in-misericordia e in-humanidad”, (p.424), no se prestan para que los sujetos confíen en el otro y menos si ese otro es un extraño.

Bauman (2016) al respecto refiere que, las personas que buscan refugiarse de una existencia hambrienta y sin futuro, llamando a las puertas de otras personas, ha habido desde los principios de los tiempos modernos. Para quienes vivimos tras esas puertas, esos refugiados siempre han sido —entonces como ahora— unos extraños. Los extraños tienden a causar inquietud precisamente por el hecho mismo de ser extraños (p.27). como hacer en un mundo miedoso y apático (a-pathos = ausencia de pathos-sensibilidad-), insolidario e inmisericorde, para que ese otro, que siempre ha sido un extraño, comience a ser un conocido, un cercano, como no caer en la trampa del mundo globalizado, y esconderme tras las redes ignorando a ese otro que toca a mi puerta física. Como vemos el asunto con el compromiso desde el diálogo afectivo y desde la ternura, marca una responsabilidad.

No es solo sentirse afectado mostrar tristeza o compasión, tanto por la propia existencia y por las situaciones del mundo. El compromiso afectivo invita a asumir una actitud activa, a tomar la iniciativa, a identificarse con la realidad sentida y actuar en respuesta de ello. Más aun cuando consideramos que las desigualdades en cuanto a la riqueza global no van a desaparecer de la noche a la mañana, que requieren del accionar de los ciudadanos organizados, de la definición de políticas públicas inclusivas y que nada de eso se da del amanecer al ocaso, por lo cual, son muchos los extraños que, como dice la canción besaran mi tierra, en busca de oportunidades, ya sea de manera legal o ilegal, y ante eso debe existir una respuesta de la ciudadanía, del sujeto para el sujeto.

Por ello, insisto, la ternura es reciprocidad entre iguales, ausencia de sumisión, cancelación de la figura del dominio, del dueño y del súbdito, descubrimiento y creación de relaciones que renuncian al catártico teatro de las figuras del inimicus (el enemigo privado) y del hostis (el enemigo público); que renuncian a la oposición entre centro y periferia: dónde el centro es todo 'yo', y la periferia son 'los otros' (Meza, 2007, P. 429).

Entonces, un acción desde la ternura como principio exige, hacer del sentimiento un hecho dinámico, activo, en otras palabras una forma de vida, que me permita ser capaz de la compasión sincera y generosa, que va más allá de la simple misericordia, y toma acciones de organización, gestión y socorro. Esto de entrada parece utópico, sin embargo, son muchas las organizaciones a nivel mundial, que tienen voluntarios que prestan sus servicios completamente gratis, para ayudar al otro, haciendo del acto generoso de ternura un hecho material.

Restrepo (2001) señala que es necesario tomar la ternura no solo como un valor íntimo o privado, sino sobre todo público, que entiende "la democracia como una caricia social" y el conflicto como posibilidad de confrontar amorosamente al diferente como un acto político, capaz de proteger con una inmunidad ética y cultural a los niños y jóvenes para separarlos del crudo aprendizaje de la guerra. (p.21)

En tal sentido, la ternura se expresa fundamentalmente, primero, como una manera privilegiada de comunicación -a través de palabras, sonrisas, miradas, gestos, contacto, caricias-, para expresar con generosidad todo el ser con el otro. Segundo, como la antesala para la convivencia y la inclusión entre los seres humanos ya que la ternura abre la posibilidad de una relación sincera con los demás. Tercero, como el lazo que favorece el crecimiento de la vida afectiva, la confianza y la seguridad entre los seres humanos, posibilitando así, la capacidad de afrontar las dificultades que surjan a lo largo de la vida (Meza, 2007).

Por tanto, cuando reflexionamos sobre las relaciones surgidas o mediadas por la ternura entre los seres humanos, podemos afirmar que la ternura se erige como un "paradigma de convivencia" (Restrepo 2001), pues es capaz de trascender a las palabras y convencer o argumentar, desde la caricia desde el sentir, desde un lenguaje que va más allá de la voz, a los gestos o las expresiones. Desde un lenguaje significativo más asertivo que el frío discurso científico.

Ternura, educación e interculturalidad

Es, en definitiva, un imperativo ético la defensa de la diversidad cultural, pues se encuentra inseparablemente unida al respeto de la dignidad humana. Para ello debe existir un compromiso, de los ciudadanos y del estado para el resguardo de los derechos humanos y las libertades fundamentales, en

particular los derechos de las personas que pertenecen a minorías, quienes son vulnerados con más frecuencia ya que la violencia hacia ellos, en muchas ocasiones es invisibilizada.

La cultura tiene muchas formas de definirse, desde la sociología, la antropología entre otras. Dentro de estas definiciones hay una en particular que alude directamente a la convivencia, ya que es la manera en que cultivamos las relaciones con nosotros mismos, con los demás y con la naturaleza. Esa riqueza de definiciones alimenta la diversidad de la interculturalidad.

A partir de la pluralidad cultural centrada en la convivencia, es más fácil desarrollar la empatía, porque se confirma que todos tenemos esa habilidad social para ayudarnos. El cuidado se transforma entonces en una habilidad para aprender a vivir juntos, a progresar en la transformación pacífica y humanizadora que busca formar las competencias para un mejor vivir.

La paz, la integración, más que una utopía es un proceso, una reconstrucción de relaciones, de compromisos, ya que cada ciudadano es un protagonista político y moral de los cambios. Partiendo de esta afirmación, debemos entender entonces, que de igual manera existen diversas maneras de abordar el tema de la ternura y su relación con la pedagogía, considerando que es una relación que se basa en la importancia de las emociones y sentimientos en el proceso formativo.

Una educación emocional y afectiva, parte de diferentes visiones, las cuales comparten la idea de que la educación debe asumir la diversidad y la heterogeneidad, como una herramienta que potencie la interdependencia de los sujetos y fomentando la empatía como capacidad de conexión, y la ternura como expresión de la misma. Comprender que los otros son parte de nuestra vida, genera sensibilidad y desencadena a su vez, el sentimiento de responsabilidad ante esta interconexión.

Existen estrategias educativas, que buscan acercar a los niños y niñas a la experiencia de la afectividad, les hacen descubrir y asumir los sentimientos de vulnerabilidad, interdependencia y amor, lo que implica anteponer la creación frente a la destrucción. La ternura, como herramienta pedagógica, tiene como objetivo enseñar aquellos elementos significativos para el desarrollo personal y grupal como son el afecto y las emociones. Es innegable que la educación es la herramienta fundamental para la recuperación de lo sensible, para poner el valor en la expresión de las emociones, es imprescindible para construir y reconstruir nuestras relaciones de forma digna y trascendental con los otros, hecho necesario para generar una convivencia sana. La educación afectiva debe recobrar los espacios de respetabilidad como elemento de la vida y de la cultura.

Para ello es necesaria una actitud abierta, donde el sujeto aprenda a dar amor de forma activa, evidenciando el mismo a través de la ternura y el diálogo como expresiones del mismo. El sujeto que se está formando en la afectividad y la emocionalidad debe aprender a salir de sí para hacerse

disponible al otro; recibir los actos de aceptación vital y empatía; dar generosa y gratuitamente, por último, ser leal, de forma tal que con su accionar moral confirme la confianza en él.

La humanidad no puede vivir sin ternura, sin amor, es imposible pensar la existencia del ser humano sin amor. La humanidad, sin amor, sin ternura vive enferma, solo sobrevive, sobrecogida por la indiferencia, la insensibilidad, la insolidaridad, la in-humanidad.

La ausencia del amor impide el crecimiento y la expansión del potencial: el hambre de amor es una enfermedad por deficiencia. como lo son el gusto extremo por la sal o la avitaminosis. La necesidad del amor implica darlo y recibirlo por tanto, debemos ser capaces de crearlo, detectarlo, difundirlo; de otro modo, el mundo quedará encadenado a la hostilidad y a las sombras (Martínez, 2006, p. 15).

La educación centrada en el amor y la ternura, fomenta un aprendizaje democrático y participativo, sin imposiciones ideológicas, uno donde los individuos se nutran de sus experiencias y de la diversidad cultural. El aprendizaje afectivo inspirado en el amor y la ternura, permite que se compagine el saber científico con los saberes emocionales y experienciales, permite el desarrollo de las capacidades interpersonales y del sentido afectivo y reconocimiento del otro, como ser distinto a mí. Parte de la convivencia respetuosa, de la tolerancia, y de las relaciones pacíficas con nuestro entorno.

Conclusiones

Comparto la idea de Boff (1982) cuando expresa que: “La raíz básica de nuestra crisis cultural reside en la aterradora falta de ternura y solicitud de los unos para con los otros, de todos para con la naturaleza y para con nuestro propio futuro” (p. 31). Vivimos en un mundo cada vez más encapsulado, la globalización ha arrojado a una parte de la humanidad al barril de los sobrantes, ciudadanos de quinta, sin derechos, condenados a la exclusión, mientras una minoría enriquecida se consume al mundo, una mayoría empobrecida no tienen derecho al mismo.

Y este es un discurso que va más allá de los sectarismos ideológicos, mientras mas grandes sean las brechas entre países ricos y pobres, más frecuente será el éxodo de personas que emprenden de forma precaria el viaje hacia un sueño, que bien termina en la tumba. Y si esa situación no pasa por un despertar de la conciencia ciudadana, del empoderamiento de liderazgos sensibles, empáticos y afectivos, la humanidad seguirá su loca carrera hacia su autodestrucción, ya son muchas las señales, el planeta está agotado, la humanidad está desesperada. Y las élites (políticas, económicas, sociales y culturales) son cada más indiferentes, sobran los discursos y escasean las acciones concretas.

Ante esta situación los espacios educativos están llamados a retomar su papel de transformación social, formar sujetos que, sin menos preciar los conocimientos científicos, revalorice la educación

afectiva y la ternura como herramienta de diálogo intercultural, que respete las diferencias y a través de la aceptación, el respeto y una conducta ética afectiva, resitúe el discurso hacia un renacer del amor y los valores esencialmente humanos. La tarea de la pedagoga o pedagogo es la de formar persona, formar sensibilidades, para lo que debe pasar de la razón teórica a la razón sensorial y contextual (Restrepo, 2007).

Finalmente, el amor nos salva y la ternura nos calma, es el bálsamo que necesitamos en una sociedad afectada por el desamor, por la dureza de corazón, por los intereses egoístas. La ternura es una tabla de salvación ante la inhumanidad, nos da el permiso de ser tiernos, blandos, para poder abrazar, proteger e incluso a salvar al otro que es mi prójimo. Ahora bien, contrario a la creencia, la ternura es un asunto de valientes, porque en una sociedad tan prejuiciada, tan estigmatizante, tan insensibilizada, ser tierno es todo un desafío, para ser tierno hay que tener coraje.

Referencias Bibliográficas

Bauman, Z. (2016) Extraños llamando a la puerta. Editorial Paidós Barcelona (España) www.planetadelibros.com

Boff, L. (1982). San Francisco de Asís: ternura y vigor. Santander: Sal Terrae.

Bueno, A (2013) La ternura como valor para una Cultura de Paz. Trabajo De Maestría Universidad de Granada, España

Jaramillo, S. y Mendoza, V. (2004). Guía para la elaboración de ensayos de investigación. Razón y Palabra. Recuperado de: <http://www.razonypalabra.org.mx/anteriores/n41/vmendoza.html>.

López, L.(2009) Interculturalidad, educación y ciudadanía perspectivas latinoamericanas. La Paz-Bolivia, Plural editores

Martínez, N. (2006). ¡Necesitamos ternura! Hacia una teología de la ternura: fundamentación antropológica. En Martínez, N. (ed.) Un espacio para la ternura. Miradas desde la teología. Bilbao: Universidad Pontificia Desclée de Brouwer.

Meza G.(2007) La Ternura, Una Respuesta Pastoral Para Los Excluidos De Hoy. Cuestiones Teológicas, Vol. 34, No. 82 p. 423 – 452 Medellín - Colombia. Junio-Diciembre

Restrepo, L. C. (2001). El derecho a la paz: proyecto para un arca en medio de un diluvio de plomo. Bogotá Colombia, Arango Editores.

Restrepo, L. C. (2003). El derecho a la ternura. Bogotá Colombia, Arango Editores

Abstract

This article describes some theoretical aspects, referring specifically to the concepts of abstraction and creativity as computers to promote open spaces for discussion and redefinition of the teaching of mathematics. These are open spaces that would give dynamic relevance to the pedagogical possibilities of mathematical thinking mobilized by a transdisciplinary hermeneutic, a hermeneutic that addresses the reality of this discipline loaded with abstract elements in dialogue with the natural environment, that is, abstract realities to be understood creatively the concrete realities of nature. In the same way, a set of epistemological foundations is outlined that represent a basic possibility for the teacher and the student in the teaching and learning process in the mathematical field, bringing it closer to generating meeting points in the search for new horizons.

Keywords: Teaching-learning, hermeneutics-transdisciplinarity, mathematics, abstraction-creativity.

Resumen

Se describen algunos aspectos de carácter teórico, referidos específicamente a los conceptos *abstracción* y *creatividad* como ordenadores para fomentar espacios abiertos de discusión y resignificación de la enseñanza de la matemática. Se trata de espacios abiertos que darían relevancia dinámica a las posibilidades pedagógicas de un pensar matemático movilizadas por una hermenéutica transdisciplinaria, una hermenéutica que aborde la realidad de esta disciplina cargada de elementos abstractos dialogantes con el entorno natural, es decir, realidades abstractas que permitan entender creativamente las realidades concretas de la naturaleza. Además, se esboza un conjunto de fundamentos epistemológicos que representan una posibilidad de base para el docente y el estudiante en el proceso de enseñanza y aprendizaje en el ámbito matemático, aproximándolo a generar puntos de encuentros en la búsqueda de nuevos horizontes.

Palabras clave: Enseñanza-aprendizaje, hermenéutica-transdisciplinaria, matemática, abstracción-creatividad.

La relación dialógica abstracción– creatividad como conceptos ordenadores de la enseñanza de la Matemática

(The abstraction dialogical relationship - creativity as organizing concepts of the teaching of mathematics)

Willis Manuel Freites Goatche

Universidad de Oriente

Doctorado en Educación

willisfreites14@gmail.com

Recibido: 11/03/2022; Aceptado: 25/05/2022

Introducción

La actividad matemática desde sus inicios en las culturas primitivas, y luego en la Grecia antigua extendiéndose posteriormente en diversos espacios de esa geografía, ha constituido para el ser humano una posibilidad de arranque para entender las complejidades del mundo terrenal y del universo. Por su belleza científica y su estructura arquitectónica del saber, con independencia de la experiencia, sin embargo, la matemática es básica para dar respuestas a las distintas expresiones de las ciencias como la mecánica, la astronomía, la cosmología, la hidrostática, entre otras disciplinas científicas del conocimiento. El desarrollo del conocimiento matemático tiene su génesis en la mente del ser humano a través

del pensamiento y con alto grado epistemológico en la interpretación de los objetos matemáticos, sus relaciones y cualidades que contienen un sistema de leyes, que emergen de lo concreto de la naturaleza y de los principios del universo. Por ejemplo, hoy sabemos que mediante la observación, la matemática le da lectura y significado a los fenómenos de la naturaleza, estableciendo analogías entre ellos, y dándole forma simétrica al pensamiento matemático, esto es, construyendo lógicas creativas que permitan la armonía entre lo abstracto y lo concreto.

En la Grecia antigua la actividad matemática estaría relacionada con factores integradores entre el alma y el cuerpo, estableciendo un binomio. congruente hacia la configuración del mundo de los sentidos como eje fundamental para la aproximación hacia una dimensión del pensamiento que cruce las fronteras de lo establecido, sin alterarlo, sino como un factor que dé respuestas a lo que está en la naturaleza, pero que no ha sido interpretado por la mente humana.

Deudora de los principios de identidad, no contradicción y demostración, la matemática en esencia es un lenguaje lógico formal para entender o explicar los fenómenos del universo, su edificio argumentativo está configurado de objetos matemáticos conceptuales y simbólicos que le permite al ser humano a través del pensamiento abstracto, consolidar y entender las realidades concretas de la naturaleza, a decir del pensamiento kantiano (1984:15):

Esto es posible, porque el espacio y tiempo, base de las matemáticas, no son cosas, que nosotros conozcamos por experiencia, sino que son formas de nuestra facultad de percibir cosas, y por lo tanto son estructuras que nosotros, “a priori” ,fuera de toda experiencia ,imprimimos sobre nuestras sensaciones para convertirlas en objetos cognoscibles

Esta cita de Kant enfatiza la facultad del intelecto humano, del pensamiento y su modo abstracto de percibir las cosas. He allí la belleza que la matemática despliega ante los fenómenos que ocurren en el universo, estableciendo armonía entre las partes y el todo, con todas las implicaciones que conlleven las complejidades que se puedan presentar en el hecho matemático cuando pretende dar cuenta de la realidad, reconociendo aquí el sentido ideal y formalista de los esquemas matemáticos y sus estructuras. Pero además, hoy sabemos que “ningún lenguaje consistente puede contener los medios necesarios para definir su propia semántica (Tarski) y ningún sistema matemático puede probar los axiomas en los que se basa (Godel)”. (Martínez, 1999: 15)

En el contexto de las facultades humanas y sus complejidades, la creatividad como expresión inherente al pensamiento abstracto matemático constituye un eje fundamental en la actividad matemática. En perspectiva educativa como proceso dinámico de fluidez mental, las complejidades de la relación realidad-pensamiento-lenguaje, genera desafíos e ideas que conllevan a la construcción de nuevas posibilidades

creativas articuladas con elementos formativos en la búsqueda de soluciones a los problemas del entorno social- natural, aspectos estos que constituyen también la agenda investigativa y pedagógica de la escuela.

Los modelos matemáticos son algunas pruebas notables de los procesos creativos que ha llevado a cabo la mente del hombre, y este ejercicio de compatibilidad entre el pensamiento matemático y los procesos creativos derivados de ello, permiten el despliegue de conjeturas y pruebas que solamente pueden resolverse a través de procesos mentales del pensamiento por abstracción matemática como factor importante atrapado en este espacio, estableciendo posibilidades de un diálogo necesario, y creando un espacio contentivo de reciprocidad, acción y relación dialógica.

Es así que el diálogo abstracción-creatividad en el contexto de la enseñanza de la matemática, sería la expresión intelectual de un pensar complejo, a decir de Pérez Luna (2015: 87), objetivo y subjetivo en la búsqueda del conocer; es decir, un diálogo que elevaría el proceso de enseñanza a su máxima potencia, aproximando al sujeto a espacios de aprendizaje que van más allá de la norma establecida, potenciando las facultades del intelecto humano al sumergirse en océanos del conocimiento con posibilidades amplias de aprendizaje, con iniciativas de explicación de los fenómenos, sustentadas en la búsqueda de relaciones lógicas que apuntan hacia formas de innovación. El diálogo abstracción-creatividad, es un espacio abierto de búsquedas de explicaciones que conlleven al estudiante hacia procesos reflexivos de acuerdo a la realidad del entorno social y natural. Lo “a priori” del intelecto (según Kant) expresado en la facultad humana de la abstracción requiere aquí de la creatividad, como experiencia puesta en despliegue en contacto relacional con el mundo de la vida, partiendo de la compleja articulación pensamiento-lenguaje-realidad.

La creatividad se pronuncia en el sujeto como una gran explosión subjetiva que implicaría el devenir de ideas nuevas, bifurcaciones de interpretaciones con énfasis en lo inédito en aras de dar nuevas posibilidades de explicaciones que permitan configurar una red de elementos teóricos y prácticos para la consolidación de nuevos conocimientos acordes a nuevas concreciones, construcciones y hallazgos. En este sentido, una hermenéutica transdisciplinaria en lo pedagógico le advierte ya al docente de una necesaria apertura de las distintas configuraciones y lecturas del diálogo abstracción-creatividad. En este sentido Pérez Luna señala: “La creatividad es una fase al interior del sujeto que, desde un plano hermenéutico, se desarrolla como comprensión e interpretación que apunta a redimensionar el aprender y las formas de explicación,”(2015: 133).

La concepción de la enseñanza de la matemática con posibilidades de formar estudiantes con perspectivas creativas, amerita de verla como una esfera compleja de relaciones de conocimiento donde el vínculo pensamiento-lenguaje- realidad sería el eje fundamental para su estudio; es decir, la enseñanza de

la matemática se centraría en romper con las barreras monopolizadoras de los conocimientos existentes creando un ecosistema como un todo e interconectándolos. Es en este ecosistema complejo, donde el diálogo abstracción-creatividad se abre a lectura de múltiples dimensiones. Los procesos de generalización contribuirían a la identificación de un núcleo generador de experiencias que resignifica el binomio enseñanza-aprendizaje en la búsqueda de lo inédito a través de la creatividad. El diálogo abstracción-creatividad es elemento común de ese conjunto epistemológico, con expresiones conceptuales que trasciendan los conocimientos establecidos como estructuras cerradas o reductoras.

En esta lógica, la visión transdisciplinaria como alternativa conciliadora en la relación abstracción-creatividad en la enseñanza de la matemática potencia el proceso de interpretación y comprensión que configuran un tejido dinámico y armonioso de posibilidades formativas, en la legitimación del proceso subjetivo del estudiante en la búsqueda de un pensamiento crítico y reflexivo, constituyendo el rotor que daría impulso a la construcción nuevas posibilidades, un pensar en lo impensable.

La Matemática en el contexto de la realidad.

Fue con Descartes que la realidad se segmenta como res extensa que hace de la materia y la espacialidad, una estructura divisible, medible y cuantificable. De esto derivó la búsqueda ilusoria de un lenguaje matemático isomórfico o idéntico en su representación con la realidad. Sin embargo, debemos admitir que la realidad es, por su complejidad, irreductible al puro conocimiento y lenguaje matemático. De esto se derivan los inconclusos problemas de adecuación lenguaje-matemática-realidad. Por otro lado, hoy sabemos, que las realidades con dimensiones y variables que admiten la aplicación de las propiedades aditivas, suelen ser más susceptibles de un abordaje matemático clásico y mensurable. En cambio, aquellas realidades con fuerte interacción de sus componentes en niveles y funciones, constituyen exigencias más sistémicas que demandan a su vez de modelos matemáticos más formales, ideales, complejos y abstractos. Sin embargo, la actividad matemática, entendida como expresión dinámica del pensamiento y como un proceso constructivo de ideas, como producto de un ejercicio mental del ser humano, que a través de un estado de relación permite que los objetos matemáticos puedan darle explicación al mundo de las cosas reales, característico de estructuras propias como lo es el espacio-tiempo, configura también una arquitectura conceptual en donde la mente a decir de De Bono (1974) se expresa:

Como un sistema elaborador de modelos de información, crean modelos para su ulterior identificación y uso. La configuración de esos modelos se basa en el comportamiento particular de las células nerviosas

del cerebro .La eficacia con que la mente puede interpretar, por ejemplo los mensajes del medio ambiente deriva de la posibilidad de crear modelos, memorizarlos e identificarlos cuando se requiere su uso.

Esto significa, desde nuestra perspectiva, que no basta con referir lo mental a su eficacia biofísica neuronal, sino que es necesario destacar la realidad significativa de posibilidad que tiene un ambiente en los procesos de pensamiento. Pero, estas posibilidades del ambiente no se refieren tampoco a una mera interacción, sino que requieren, para el pensamiento matemático, de encontrar criterios o lógicas de contextualización de la realidad. Esto último es relevante en el estudio de las lógicas que subyacen en los saberes de la etnomatemáticas, por ejemplo, donde se valoriza la dimensión histórica y cultural del creativo conocimiento matemático cotidiano. Por eso mismo, hablaríamos de una “matemática significativa” en el contexto de la realidad, en tanto esto implica ubicar, configurar límites, situaciones, áreas, planos, niveles, dimensiones que dan contenido y forma a los parámetros de lo mensurable, de lo posible de explicarse en términos de sus lógicas y relaciones.

En este orden de ideas los objetos matemáticos como estructura esencial de la matemática representan un ente organizador que partiendo de realidades complejas interpreta el contexto, dando respuestas y tomando en cuenta los elementos de base existentes en el espacio real, desglosando todas las cualidades que el mismo posee, categorizándolo de acuerdo a la complejidad que presente. La existencia real de los objetos matemáticos deriva así de la razón como directriz fundamental que hace posible mediante la percepción estructurar un ambiente entre lo real y lo ideal.

Definir con exactitud lo que es un objeto matemático en el contexto de la realidad, produce un encuentro entre la razón como elemento primordial hacia la concreción y explicación del significado de lo que es el objeto matemático, donde la percepción constituirá el factor determinante que mediante la abstracción interpretará las características o cualidades del contexto presentado y representado. Precisamente, esto último explica la exigencia pedagógica que articula, la relación lógica entre objetos físicos del ambiente y su representación simbólica que conduce hacia la abstracción en la enseñanza de la matemática, específicamente cuando se trabaja con los niños. El objeto matemático ha de ser una configuración compleja de lógicas formales y sus posibles representaciones.

Desde esta panorámica los objetos matemáticos contextualizados en la realidad dan una visión prospectiva de lo que acontece en ella, relacionando a través de la acción todos los elementos interpretativos que pudieran dar respuestas al hecho real .En este sentido por ejemplo las operaciones aritméticas fundamentales(suma, resta multiplicación y división) como objeto matemático, dan respuestas cuando se relacionan con elementos del contexto real, desplegando elementos interpretativos y produciendo espacios enmarcados en la subjetividades del ser humano, con el propósito de explicar

acontecimientos de los espacios reales. Ciertamente, esto último es algo ya conocido, pero, es a través de las interpretaciones que se derivan cuando la razón se activa y se articula con el contexto real en concordancia con la percepción del sujeto, en su posibilidad de dar respuestas a la misma, que en ese momento el contexto real y los objetos matemáticos configuran una perspectiva creativa de índole funcional dialogal, que propiciarían una conciencia reflexiva y de creatividad en el estudiante. Es más, en términos formativos, la enseñanza de la matemática se redimensiona en su historicidad al vincular el pensar abstracto con el movimiento de lo real. Para Pérez Luna, Alfonso N, Curcu A (2016)

La realidad es la relación de lo histórico con lo intersubjetivo; por esto es necesario estudiar este vínculo en tanto se desarrollen las capacidades humanas en el proceso de formación. Se trata de la recuperación de la realidad, por lo cual el sujeto docente y el sujeto alumno se relacionan directamente con lo que pasa, interactúan y pueden transversalizar, a nivel del pensamiento, los saberes conocidos con aquellos aspectos que los impactan y requieren ser estudiados.

La matemática como ciencia formal que establece relaciones entre los objetos matemáticos y la realidad circundante, estableciendo funcionalidad entre ellos, y con la incorporación, incluso, de la semiótica como factor esencial para el proceso comunicacional (a través de los símbolos articulados con la semántica) permite construir significados coherentes, en términos de lógicas para la organización de las complejidades que están presentes en el hecho real, además, como desafíos propios de la interpretación y la explicación.

El acto de observación, ya no se reduce aquí a un paso metodológico del viejo método científico, sino al despliegue del vínculo abstracción-creatividad, en los ángulos posibles de lectura de las propiedades presentes en los contextos de la realidad. Esto constituye un elemento importante para el hecho matemático, y su importancia es significativa porque permite con certeza la aproximación a un análisis y una descripción de un hecho que se configura como objeto de lógicas de pensamiento, y de allí, un razonamiento matemático preciso que conlleva a una interpretación compleja al relacionar las elaboraciones y los recursos matemáticos con la realidad presente.

A partir de contextos que se puedan presentar y representar, el aprendizaje de la matemática se consolida cuando el estudiante es capaz de observar y detectar objetos matemáticos inherentes que se relacionan entre sí, y que de ese hecho puedan emerger ideas, hipótesis y posibles soluciones a la situación presentada.

Desde el eje pensamiento-lenguaje-realidad, considerando el contexto teórico- comunicacional actual, la semiótica y la semántica, por ejemplo, han de ser consideradas como elementos articuladores de signos y significados que le ofrecen a la matemática condiciones estructurales donde el elemento común es el

lenguaje. En La semiótica y la semántica intervienen procesos comunicativos y aspectos cognitivos que tienden a representar simbologías abstractas con la finalidad de establecer lazos comunicativos de lo físico, pero también se pueden presentar cualidades matemáticas para la interconexión de los objetos matemáticos con la realidad. Desde este campo, se robustecen las capacidades de abstracción de los estudiantes incorporándolos hacia una rigurosidad en el pensamiento matemático con miras a perspectivas novedosas en el ámbito científico. Claro está, esa rigurosidad necesita de la plasticidad que le imprimen la abstracción, la imaginación y la creatividad.

Por otro lado, la realidad y el pensamiento matemático a través de unas reglas de correspondencias, y considerando elementos interpretativos de los objetos matemáticos inherentes al hecho real, constituye así un avance importante para la comprensión y activación de las ideas matemáticas subyacentes en el entorno de esa realidad presente. Desde el punto de vista educativo y formativo, son diversos los componentes (reglas, principios, propiedades, postulados) que reclamarían una perspectiva coherente de las formas sólidas a esa edificación formal del pensamiento matemático. Más allá de los principios de la heredada lógica aristotélica, la relación entre los objetos matemáticos, sus propiedades y su funcionalidad constituirán a menudo el pilar fundamental del esqueleto que configurará así su arquitectura, su belleza conceptual y argumentativa. Es esta edificación la que genera un estallido interno en el ser humano cuyo pensamiento se traduce en proyecciones interesantes, hacia un aprendizaje de la matemática que atraviesa niveles, y que cruzaría diversos contextos de posibilidad para el ámbito pedagógico, al proponer un campo de problemas que convergen en el binomio abstracción-creatividad.

Desde esta perspectiva la matemática y el aprendizaje de ella, tendrá así un orden inagotable en el surgimiento de nuevas ideas, edificando estructuras en el pensamiento del estudiante, partiendo de niveles de objetos reales, y potenciándolo hacía un proceso de abstracción y representación mental, de un rigor matemático con perspectivas cognitivas amplias, otorgándole al estudiante herramientas que generarán en él niveles de percepción de principios, propiedades y reglas, entrando en el mundo de lo que podemos llamar “la realidad matemática”, expresión misma derivada del eje complejo pensamiento-lenguaje-realidad.

Abstracción-creatividad: elementos complementarios hacia un pensamiento matemático reflexivo.

El pensamiento abstracto como acontecimiento en los procesos mentales del sujeto permite el desglosamiento, la extrapolación de lo aprendido, así como la explicación de lo intangible. En la abstracción se despliegan elementos en el campo del razonamiento, contentivos de procesos desligados de la realidad, su origen está conectado con la intuición. No existen esquemas establecidos, su proyección va

hacia la esencia de los planteamientos presentados como lenguaje formal, y esto permite que el individuo deduzca, sintetice, interprete y analice los diversos fenómenos que puedan presentarse. “La base de todos los sistemas matemáticos, está integrada por un conjunto, libremente establecido, de elementos ideales...se trata de creaciones del pensamiento, con lo que las relaciones establecidas son de índole formal”. (Martínez, 1999: 137)

De acuerdo con lo planteado, la abstracción es una dimensión del pensamiento, signado por elementos como la deducción, el proceso de síntesis, la interpretación, la comprensión y el análisis. En este contexto se asume el concepto como un instrumento mental contentivo de significados en la dinámica de encuentros, de vías que permitan captar y articular espacios de la realidad. La reflexión apunta hacia el entendimiento sobre la funcionabilidad del concepto como ente operativo del proceso de abstracción, y por tanto, su discusión va más hacia la explicación y comprensión de lo invisible del conocimiento, es decir, lo aún indeterminado. Con esto, por ejemplo, desde una filosofía transdisciplinaria, la enseñanza y el aprendizaje de la matemática necesitan trascender las fronteras del conocimiento reduccionista, y su fase intelectual se potencia hacia una fase superior de la inteligencia del ser humano que se mueve en los despliegues de la creatividad, esto es, del pensamiento creativo.

El pensamiento creativo es producto del pensamiento abstracto, su esencia se deriva de los elementos conceptuales del proceso de abstracción, entendidos como “creaciones del pensamiento”. El pensamiento creativo es un productor de ideas, es sensible a los problemas como construcciones creativas. Asimismo, crea los escenarios que permiten a una persona imaginar y configurar las condiciones para generar soluciones e hipótesis posibles. Pero, además, allí donde la realidad se expresa en contextos dinámicos, con fuerte interacción sistémica de sus elementos constitutivos y constituyentes, entonces la creatividad implica imaginar situaciones y relaciones que superen los límites de las medidas “en sí”, de los parámetros lineales, de las típicas formas aditivas de pensar la realidad. Este pensamiento creativo es flexiblemente riguroso, y se expresa intuyendo más allá de lo establecido, permitiendo que el sujeto aborde el problema desde un abanico de posibilidades y de enfoques. En la práctica pedagógica esto se percibe en el tipo de actividad que permite desplegar estrategias de pensamiento, de invenciones que pueden concebirse desde otra perspectiva en función de la solución del problema.

En este contexto emergen ideas que dinamizan el pensamiento, dando inicio al proceso de originalidad fundamentado en el apoyo de cierto conocimiento establecido pero dando apertura a nuevos conocimientos y perspectivas. En este orden de ideas el pensamiento lineal se suprime y abre brecha al pensamiento complejo del sujeto, tomando en consideración su subjetividad como eje fundamental para la aceptación de su creatividad como factor necesario en el diálogo abstracción-creatividad, y en función de

esta articulación, crear otras formas y maneras, encontrar posibilidades de un pensamiento que se proyecta hacia la unidad compleja del pensar.

La creatividad es una potencialidad del intelecto humano que ayuda a rescatar el aprendizaje de la matemática a través de la proposición de problemas con un alto nivel de abstracción que se proyecte hacia el encuentro de explicaciones. La formulación de un problema es tan o más importante que la solución misma, promoviendo elementos que permitan redescubrir caminos de posibilidad, y fomentando una confrontación de ángulos de lectura. Se trata de fases de razonamiento, que apunten hacia un proceso reflexivo en la construcción del conocimiento matemático, facilitando el desarrollo de habilidades del razonamiento matemático por una parte, y al proceso creativo del estudiante. En este sentido, De Bono (1974) manifiesta que “la creatividad es una actitud mental y un instrumento de pensamiento, por lo que se trata de una forma de utilizar la mente y la información”.

Este planteamiento conduce a la producción de conocimiento tomando como principio la actitud mental del sujeto que es capaz de reorganizarse, creando formas para articular lo constituido y lo constituyente en función de generar lo nuevo, lo inédito. Lo anterior nos conduce a pensar que la creatividad como actividad imaginativa que despliega procesos originales, y que se expresa abriendo espacios para hacer conjeturas, regenera el aporte conceptual formal desde la matemática, en la elaboración de sus conceptos y objetos. Es decir, la matemática como una forma significativa de construcción, contentiva de objetos matemáticos y creadora de objetos nuevos que se relacionan entre sí, proporciona un mundo conceptual necesario para articular la realidad. Y en esta forma significativa de construcción, el proceso y potencialidad de la creatividad tiene al pensamiento creativo como soporte principal el pensamiento matemático.

Todos estos escenarios nos llevan a estructurar desde varias aristas y como un todo la creatividad. Al conceptualizarla doblemente, como un conjunto de aptitudes del sujeto que apertura el dinamismo subjetivo de la persona, siendo esta la directriz del proceso de pensamiento creativo, y por otra parte, al concebirla como un acto no reduccionista de proponer algo inexistente, de superar lo determinado para sugerir lo indeterminado. En esta doble conceptualización la acción creativa se complementa con la imaginación, configurando escenarios donde convergen problemas, soluciones y conjeturas. Lo anterior debe tomar en cuenta los elementos biopsicológico que van a ser los componentes biológicos y emocionales de la persona. En este sentido se conjugan un sistema complejo de operaciones cognitivas y de diversidad de habilidades operativas en donde el pensar, el crear y reflexionar constituirá una triada cargada de subjetividad creativa que configura una compleja arquitectónica del pensamiento creativo y reflexivo. Togno citado por Esquivias (1999): señala que

La creatividad es la facultad humana de observar y conocer un sinnúmero de hechos dispersos y relacionados, generalizándolos por analogía y luego sintetizarlos en una ley, sistema, modelo o producto; es también hacer lo mismo pero de una mejor forma.

Esta concepción de creatividad se vincula en la apertura hacia la concepción significativa de una matemática aproximativa, que se despliega en sucesivos avances o retroacciones que se conectan mejor con la complejidad del dinamismo sistémico de la realidad contextual, o con las situaciones experimentales en las cuales tiene aplicación el conocimiento matemático cuando se ponderan modelos, el comportamiento de problemas y variables. Por eso, Heisenberg llegó a afirmar:

Si uno trata de resolver un problema mediante una matemática aproximada, como principalmente he hecho yo siempre, se ve forzado a pensar continuamente en la situación experimental, y cualesquiera que sean las fórmulas que uno escribe, compara esas formas con la realidad, y así en cierto modo está más cerca de la realidad que si atendiera tan solo a los métodos rigurosos. (En Salam, 1991, citado por Martínez, 1999: 147)

Desde esas aproximaciones, que vuelven significativo el vínculo abstracción-creatividad, articulando el pensamiento creativo con la realidad, se proyectan y se abren otras perspectivas capaces incluso de trascender límites ya conocidos. Se trata de un proceder flexiblemente riguroso. En este orden de ideas, aunque el pensamiento creativo en el ámbito matemático es inherente al proceso de abstracción, es muy significativo retener y cultivar el vínculo con la realidad o la situación experimental, “pensar reflexionando continuamente en la realidad problemática, es algo que no se reduce solamente al acto de observación, configurado por la tradición positivista de los supuestos datos puros, accesibles sólo para un método único.

En los contextos de la realidad la mente despliega diversos códigos cognitivos que configuran una red de información contentivo de objetos matemáticos (números, ecuaciones, funciones, conjuntos, series, líneas, planos, áreas, volúmenes, variables...) con miras a la construcción de un diagrama que desglosa conceptualmente toda la información presente en el objeto real. Se trata de una intrincada mezcla de procesos, de relación y extracción de cualidades presentes en la actividad matemática con el propósito de crear alternativas que permitan a través de la abstracción y la creatividad identificar nuevas configuraciones, dando precisión a lo que está en forma visible y abiertos a lo que aún está indeterminado como conjeturas para el pensamiento abstracto. Así, el pensamiento matemático como realidad que se configura en la mente del ser humano, está íntimamente relacionado con los procesos de intuición que ocurren en esos espacios internos del ser, su naturaleza subyace en dar respuestas a través del proceso de abstracción tomando como referente los objetos matemáticos presentes, y articulándolos con la realidad.

Las ideas matemáticas no surgen espontáneamente a partir de los fenómenos naturales del universo, sino que requieren su interpretación y comprensión, lo cual depende de una estructura conceptual que emerge del pensamiento humano, materializado en objetos matemáticos, cuya naturaleza ontológica se constituye a partir de la intuición, la presuposición y la representación.

La matemática aplicada en el ámbito real, aporta componentes conceptuales que permiten en los espacios reales desarrollar forma y maneras para la comprensión y en consecuencia la transformación de esa misma realidad de acuerdo a la necesidad que se presente. En este sentido, la formación matemática del estudiante debe ser el norte en la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina. Su concepción apunta hacia la estimulación de los procesos cognitivos del estudiante generando en él nuevas formas de pensar de acuerdo a las circunstancias complejas que puedan surgir en el mundo.

El proceso de modelación matemática, por ejemplo, como una alternativa coherente entre el saber matemático y la realidad constituye una posibilidad en la enseñanza de la matemática. Su esquema argumentativo sustentado en evidencias de la realidad, y en la elaboración de objetos matemáticos contentivos de argumentaciones reales de ese contexto, expone de manera real esos objetos presentes en el entorno, en sus contextos de posibilidad real.

Desde esta perspectiva el estudiante tendrá elementos teóricos matemáticos que les permitirá reflexionar y comprender en función del análisis que haya realizado. La construcción de modelos matemáticos permitirá en el estudiante conjugar un sistema de elementos conceptuales, abstracciones matemáticas, situaciones algebraicas, simbologías; entre otras, que al integrarse conformarán una estructura potencial en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática de índole reflexiva. El análisis final en el desarrollo de este ejercicio enseñanza-matemática-realidad constituye la tríada perfecta para la concreción de la actividad matemática del estudiante hacia un verdadero pensamiento matemático reflexivo. Claro está, muchas aplicaciones del conocimiento matemático, depende del dominio de ciertos conceptos y objetos vinculados también con los contextos de realidad y con el interés interdisciplinar que caracteriza los problemas de otras áreas del conocimiento y del saber.

La enseñanza de la Matemática: un diálogo constructivo como vía de renovación.

La matemática como un sistema de leyes, que son independientes de la experiencia, y que absolutamente son extraídas de la mente de los seres humanos generando pensamientos matemáticos, nos hace considerarla como una forma de comunicación entre los objetos matemáticos y el contexto de la realidad. No obstante, el pensamiento matemático avanzado contiene elementos cognitivos que implican procesos creativos como visualizar, relacionar, representar, generalizar, clasificar, conjeturar, inducir,

analizar, sintetizar, deducir, oponer, complementar, imaginar, procesos por los cuales, el binomio abstracción-creatividad se traduce tanto en formalización como en sensibilización de las facultades intelectivas de la persona.

El proceso de percepción del sujeto está inmerso en la gnoseología de la matemática, y esto es posible, al decir de Kant, cuando se asume que “el espacio y el tiempo, base de la matemática, no son cosas, que nosotros conozcamos por experiencia, sino que son formas de nuestra facultad de percibir cosas”. En este sentido el proceso de enseñanza de la matemática y los elementos conceptuales de ella, deben estar equilibrados para el proceso de interpretación y comprensión del conocimiento matemático en toda su estructura.

La enseñanza de la matemática como una relación comunicacional entre el docente y el estudiante, contenido de otros elementos pedagógicos, permite un acercamiento entre un objeto matemático con lo real, permitiendo una aproximación hacia el pensar la matemática desde el entorno de la realidad, generando nuevas posibilidades reflexivas en el estudiante. En esta búsqueda comunicativa, la articulación lenguaje-pensamiento-realidad, constituye un eje ineludible para derivar formas pedagógicas de traducción significativa del lenguaje matemático en los espacios educativos. La articulación entre los objetos matemáticos y el lenguaje constituye una simbiosis indisoluble, su relación conlleva al desarrollo de una actividad didáctica contentiva de elementos subjetivos que abren el abanico de posibilidades pedagógicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática, haciéndola más comprensiva.

Los conceptos ordenadores abstracción-creatividad son elementos dinámicos que permiten la articulación en el ejercicio de la práctica educativa, la conexión de éstos elementos activarán procesos cognitivos que facilitarán el diálogo entre la interpretación y la comprensión, como factores esenciales en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. Se trata de incorporar en la enseñanza de la matemática dimensiones conceptuales en correspondencia con aproximaciones del pensamiento matemático a lo real. Se trata de dimensiones en el ámbito del lenguaje matemático, y dimensiones en lo simbólico, que articuladas nos den respuestas hacia vías creativas de comunicación y motivación en el aprendizaje de la matemática. Se trata de romper con los esquemas algorítmicos normativos, atomizado, reduccionistas y así considerar la abstracción como el operador incitador hacia el proceso de la creatividad en el estudiante. Pero, el binomio abstracción-creatividad, no conduce a un mero aislamiento de las dimensiones de la realidad, sino a una articulación que mantiene abierta la tarea de pensar la realidad como apertura a otras perspectivas. Se trata de concebir la enseñanza de la matemática tomando en consideración estos elementos ordenadores, como un nuevo horizonte de aproximaciones del pensamiento creativo matemático ante situaciones problemáticas. Se trata de avanzar hacia otras formas de pensamiento

pedagógico-matemático que se proyecte con una mirada múltiple y creativa, que proporcione soluciones a los diversos problemas que están presentes en los espacios de la realidad y la educabilidad.

La enseñanza de la matemática tomando en cuenta los elementos ordenadores anteriormente mencionados, permitiría crear estrategias subjetivas por parte de los estudiantes que lo invitarían a la construcción de una red de códigos que le ayuden a coordinar y articular lo aprendido con la realidad circundante. En este orden de ideas la enseñanza de la matemática desde la perspectiva multidimensional y articulada con el pensamiento complejo matemático presenta posibilidades en el devenir de lo inédito, como expresión plena en la producción de conocimiento matemático y su articulación con el entorno científico. Así, en concordancia con la realidad se generará nuevos horizontes en vía de una renovación pedagógica transformadora.

Algunas consideraciones para la reflexión

La matemática como disciplina científica y como producto de la racionalidad del ser humano, constituye una potencialidad de lo abstracto y creativo en la construcción de los objetos matemáticos, una potencialidad en la que se aproximan las estructuras abstractas y la significación de la realidad concreta.

De esta manera su complejidad argumentativa se extiende hacia horizontes fuera de lo común, y su belleza tiende a proyectarse más allá de los reduccionismos establecidos en los contextos de la realidad.

La naturaleza de la matemática gira en torno a una abstracción reflexiva del sujeto hacia el objeto, es decir, el proceso mental del individuo escala niveles de dimensiones que sólo es posible por la articulación entre la abstracción matemática en los espacios de la realidad y la creatividad como facultad humana.

Desde la creatividad, el ejercicio mental despliega elementos bifurcados en lo interno del ser humano que despiertan interpretaciones, contenidos mentales capaces de relacionar y conectar ideas, despliegues que combinados entre sí generan pensamientos creativos y mecanismos que cruzan las fronteras del conocimiento con proyecciones transdisciplinarias.

Pensar creativamente significa ir en búsqueda de nuevas posibilidades, es traspasar las barreras de lo establecido como parámetro reduccionista; es dar respuestas a las realidades concretas. El hilo conductor del pensar matemático, es el pensamiento abstracto en diálogo con el pensamiento creativo.

La enseñanza de la matemática en este contexto estará signada por la teorización de la modelación matemática en espacios de la realidad, que permitan relacionarlos con contextos específicos circundantes del entorno. En este sentido el estudiante como actor esencial del proceso pedagógico y como elemento

procesador en el ámbito conceptual de los objetos matemáticos, establecerá analogías, relaciones y cualidades, materializando lo abstracto en la concreción de los modelos matemáticos, expresiones éstas de una matemática aproximativa de la realidad.

El pensamiento matemático reflexivo intrínsecamente está dotado de actividades de abstracción y creatividad, su recorrido no tiene límites pero sus perspectivas requiere de procesos que presentan escenarios desconocidos que al ser organizados e interpretados por medio de la razón configuran un esquema coherente, y con elementos conceptuales consistentes que son capaces de reorganizarse, dándole forma simétrica al cuerpo de ideas, esto es, un nivel de formalización.

El proceso de renovación de la enseñanza de la matemática debe sustentarse en una nueva pedagogía, nuevos criterios en la enseñanza de los contenidos matemáticos con perspectivas aplicativas en el entorno real, y la modelación matemática es una alternativa para establecer no solo un diálogo constructivo hacia un pensamiento crítico y reflexivo del estudiante, sino a la generación y formulación de problemas significativos y relevantes. Como lo ha dicho Martínez Boom (s/f): "...no se trata de enfrentar al sujeto de conocimiento con la mera operación de conceptos, sino fundamentalmente, con la conceptualización. Se trata de poner en movimiento las diversas capacidades del individuo que le despierten la curiosidad, la construcción, la inventiva, el descubrimiento y formas diversas de asumir y asumirse ante su realidad" (p.53).

Referencias Bibliográficas

Alfonzo, N., Pérez, L. Curcu, A. (2016) *Transmetodología, Diálogo de Saberes y Transdisciplina*. Delegación de Publicaciones. Universidad de Oriente-Núcleo de Sucre.

DE BONO, E. (1974). *El pensamiento lateral*. Ediciones Paidós. Barcelona –Buenos Aires-México.

Diccionarios Rioduero. *Sociología* (1980) Ediciones Rioduero Editorial Católica S.A. Madrid.

Esquivias, M. *Creatividad: Definiciones, Antecedentes y Aportaciones en Revista Digital Universitaria*. 31 de Enero 2004 Volumen 5 Número 1.

Kant, E. (1984). *Crítica a la razón pura*. Edición Orbis. S.A. Barcelona España.

Martínez Boom, A. (S/F). "Escuela para el aprendizaje o enseñanza para el pensamiento?". En *Revista Reflexiones Pedagógicas*. CIUP, Colombia

Martínez, M. (1999). *La nueva ciencia. Su desafío, lógica y método*. México:Trillas

Pérez, L. (2015). *La pedagogía que vendrá*. Editorial Trinchera. C.A. Caracas-Venezuela.

Abstract

Emerging contaminants have become a common topic of interest not only for the scientific community, which has focused on optimizing methods for their determination and elimination but also for the community in general, since they produce a series of adverse effects on the environment, negatively impacting ecosystem services and even directly affecting human health. The presence of persistent organic compounds, heavy metals, and, more recently, micro and nanoplastics, as well as the proven impact on some natural environments, have generated new directions in environmental research and in the development of technologies, both for the substitution of materials and for methods of determination, control, and treatment. In this essay, some basic aspects related to emerging pollutants are briefly discussed, as well as the reasons why they constitute a great challenge to be addressed from the scientific, technological and social points of view worldwide.

Keywords: contamination, emerging contaminants, pollution, microplastics.

Resumen

Los contaminantes emergentes se han vuelto un tema común y de interés no sólo para la comunidad científica que se ha enfocado en optimizar métodos para su determinación y eliminación; sino para la comunidad en general, puesto que producen una serie de efectos adversos en el ambiente, impactando negativamente los servicios ecosistémicos e incluso pudiendo afectar de forma directa la salud humana. La presencia de compuestos orgánicos persistentes, metales pesados y, más recientemente de micro y nanoplasticos; así como el impacto comprobado sobre algunos medios naturales han generado nuevas direcciones en la investigación ambiental y en el desarrollo de tecnologías, tanto de sustitución de materiales, como de métodos de determinación, control y tratamiento. En este ensayo se plantean brevemente algunos aspectos básicos relacionados con los contaminantes emergentes, así como las razones por las cuales estos constituyen un gran reto a ser abordado desde el ámbito científico, tecnológico y social a nivel mundial.

Palabras clave contaminación, contaminantes emergentes, polución, microplásticos.

Los contaminantes emergentes: un nuevo reto científico, tecnológico y social para Venezuela

(Emerging pollutants: A new scientific, technological and social challenge for Venezuela)

Adriana Gamboa

Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre “Clodosbaldo Russián”

adrianacgam@gmail.com

Recibido: 17/05/2022; Aceptado: 20/06/2022

Introducción

El tema de la contaminación ambiental ha sido ampliamente estudiado a través del tiempo por la humanidad. Específicamente, por la comunidad científica, puesto que, cualquier actividad humana (por ejemplo: prácticas agrícolas, extracción y producción de minerales, producción y utilización de energía, construcción, transporte, manufactura y otras) provoca un impacto en el ambiente, pudiendo originar problemas que alcanzan una escala global. La utilización de los recursos naturales, los cambios en los sistemas de transporte, la sobrepoblación (en 2021 el planeta alcanzó 7,8 billones de personas) y, la evolución tecnológica, aunque beneficiosa, han afectado el equilibrio del planeta.

El término contaminación implica la presencia de una sustancia, independientemente de su naturaleza, por encima de los niveles base que son característicos en una determinada esfera geoquímica o geosfera que corresponde a cada una de las capas que constituyen el planeta Tierra (litosfera, hidrosfera, atmósfera, criósfera, biosfera; Hounslow, 1995). La polución, por su parte, ocurre cuando las sustancias contaminantes originan efectos biológicos adversos sobre las comunidades, lo cual se relaciona con un carácter de intensidad, aunque algunas veces puede pasar inadvertida (Manahan, 2000; Chapman, 2007). Un contaminante es entonces, una sustancia que afecta un medio determinado. Ahora bien, los contaminantes emergentes constituyen un conjunto de sustancias que se han detectado en el ambiente recientemente, y que no están incluidos en los programas de monitoreo de rutina o incluso no se encuentran regulados o estipulados en normativas legales; cuyo comportamiento en el medio y sus potenciales efectos toxicológicos sobre la salud de los seres humanos y los organismos acuáticos no han sido claramente establecidos (Anderson, Ottesen & Volden, 2004; Tondera et al., 2017). Por ello, los contaminantes emergentes se han convertido en las últimas décadas en un problema ambiental de gran magnitud (Poynton & Robinson, 2018; Taheran, Naghdi, Brar, Verma, & Surampalli, 2018). Una de las fuentes principales de los compuestos emergentes son las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, las cuales disponen las aguas tratadas en cuerpos de aguas superficiales, pudiendo alcanzar entonces ríos, aguas subterráneas, suelos, sedimentos, mares y océanos (Tondera et al., 2018).

La identificación y cuantificación de este tipo de contaminantes en matrices complejas se debe al desarrollo de nuevos equipos y métodos de análisis que han permitido obtener límites de detección a niveles traza (concentraciones de mg/L y ng/L). Esto como respuesta al interés en detectar todos los contaminantes que se han introducido en el ciclo del agua debido a la actividad humana (Tondera et al., 2017). Las técnicas incluyen, por ejemplo, cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS, siglas en inglés), cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas (HPLC-MS, siglas en inglés), infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR, siglas en inglés), espectrometría de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP-MS, siglas en inglés), ablación laser con plasma de acoplamiento (LA-ICP-MS, siglas en inglés), entre otros. Debido al desarrollo de tecnología de punta a nivel mundial se ha demostrado la presencia de contaminantes (a escala micro y niveles traza) de naturaleza orgánica e inorgánica en aguas superficiales, residuales o incluso depuradas (Por ejemplo: Desrosiers, 2014; Mohamed and Paleólogos, 2018; González, Muga, Rodríguez, Rodríguez, Blanco, 2018). En vista de que la información sobre este tipo de contaminantes no es de amplia divulgación y del papel determinante que tenemos como sociedad para contribuir en la conservación del planeta, en este trabajo se presenta una revisión breve referente algunos contaminantes emergentes, los medicamentos y los materiales plásticos,

resaltándose la necesidad de diseñar acciones, programas y estrategias para la reducción de estos contaminantes en el ambiente, así como del desarrollo/optimización de nuevas metodologías de determinación, el establecimiento de límites o umbrales y, para el tratamiento y recuperación de los entornos afectados.

Contaminantes que se consideran emergentes

Los contaminantes emergentes pueden dividirse en dos tipos, inorgánicos y orgánicos, los cuales se originan a partir de múltiples productos, la mayoría de uso cotidiano, que no se han catalogado o reconocido como peligrosos, tales como: medicamentos veterinarios y humanos, productos de cuidado personal y belleza, nanomateriales, plastificantes, tensoactivos, pesticidas y herbicidas, nicotina, drogas, psicofármacos y estimulantes, plásticos, entre otros (Tejada, Quiñonez & Peña, 2014; de Granda-Orive, de Granda-Beltrán & Baz-Lomba, 2018; González, Muga, Rodríguez, Rodríguez, Blanco, 2018). Al no tenerse una conciencia real del impacto que estos productos pueden ocasionar, sino un enfoque exclusivo en el bienestar que aportan a la sociedad, su consumo resulta masivo; por ende, entran de una forma sostenida al ambiente sin control alguno. Por ello, los ecosistemas son incapaces de asimilarlos, ya sea debido a su naturaleza o, por la cantidad que llega a los entornos naturales. Por lo tanto, pueden causar la afectación irreversible de los mismos poniendo en riesgo su preservación e incluso causar su desaparición (por ejemplo, degradación de los cuerpos de agua, muerte de especies).

En otro orden de ideas, las aguas residuales de origen urbano contienen tanto las aguas industriales no tratadas, las aguas industriales luego de tratamiento que son descargadas en las redes cloacales (que en principio deben cumplir con lo establecido en el decreto 883), las aguas residuales domésticas (que provienen de inodoros, la higiene personal y, la preparación de alimentos), las que se emplean en la limpieza urbana e incluso las de origen pluvial que se recogen en el alcantarillado urbano. Es decir, que provienen de diferentes usos y poseen diferentes características. En este sentido, se debe tomar en cuenta que las plantas de tratamiento que existen en Venezuela, por ejemplo, no han sido objeto de mantenimiento, ampliaciones o adaptaciones necesarias según el crecimiento poblacional, la dinámica urbana actual, la aparición de nuevos materiales y productos, que incluyen los contaminantes emergentes, los nuevos hallazgos a nivel de contaminantes y el desarrollo de técnicas e instrumental de análisis, ocasionando que los contaminantes emergentes no sean reducidos o eliminados durante los procesos de tratamiento de aguas residuales.

Cabe destacar que, algunos contaminantes emergentes pueden llegar a las aguas residuales en su estado original. Sin embargo, otros lo hacen en forma degradada debido a: (1) su exposición a las condiciones ambientales durante su trayectoria desde la fuente de origen hasta la zona de acumulación; (2) su interacción con otras sustancias y (3) cambios físicos durante su transporte, ya sea por escorrentía, canales o tuberías, desde la fuente de origen hasta su disposición final. De hecho, en el caso de los fármacos algunos metabolitos son muy resistentes y esto sin duda, además de dificultar la detección y cuantificación, implica mayores retos para proponer un tratamiento o combinación de estos que permita la reducción de la concentración de los contaminantes. De igual forma, los contaminantes emergentes pueden presentar altas tasas de transformación/remoción. Es decir, no tienen tiempos de residencia altos. Sin embargo, su introducción continua al ambiente puede generar efectos negativos sin necesidad de que persistan prolongadamente en el mismo (Ferreira et al., 2016). Debido a las propiedades fisicoquímicas y ecotoxicológicas, estas últimas mayormente desconocidas para la mayoría de estos compuestos, y a la complejidad de las matrices ambientales hacer predicciones sobre su comportamiento, los efectos en los organismos acuáticos y en la salud humana es muy difícil (Tejada, Quiñonez, & Peña, 2014; Gavrilescu et al., 2015).

Los fármacos como contaminantes

En el caso de los fármacos y las drogas de abuso pueden encontrarse en su forma original y/o metabolizada en los cuerpos de agua (González, Muga, Rodríguez, Rodríguez, Blanco, 2018). En la Tabla 1, se presentan algunos ejemplos sobre productos farmacéuticos en cuerpos de agua. Como se observa, se ha determinado la presencia de drogas lícitas e ilícitas, tales como diazepam, lorazepam, cannabis, metadona y cocaína. La presencia de fármacos en el medio acuático puede ser mayor en las localidades donde no se requiere receta médica para su compra lo que incrementa su consumo por la automedicación. Las vías de ingreso de los fármacos al ambiente no sólo se relacionan con la excreta y la metabolización parcial de los mismos, sino también con su disposición o vertido directo cuando se alcanza la fecha de expiración (Deblonde et al., 2011) y se eliminan arrojándolos a la basura a las tuberías. Es de resaltar que, aunque se trate de concentraciones muy bajas, y se pueda pensar que no afectará en gran escala al ambiente, es necesario considerar su ubicuidad y su toxicidad crónica que puede ser transferida entre generaciones (Nazaret & Aminov, 2014), lo que altera indudablemente la vida en los ecosistemas y, posiblemente podría tener una influencia en la salud de las comunidades que utilicen los servicios ecosistémicos. Los contaminantes farmacéuticos alteran el sistema endocrino, bloqueando y/o perturbando las funciones hormonales de los organismos y los seres humanos y de otros organismos, aunque se

encuentren en bajas concentraciones. Adicionalmente, algunos antibióticos causan resistencia en patógenos bacterianos (por ejemplo: penicilina, sulfonamidas y tetraciclina (Tejada et al., 2014).

Tabla 1. Ejemplos de algunos contaminantes emergentes

Contaminantes emergentes (vía de ingreso)	Ejemplos de sustancias detectadas en cuerpos de agua			
<p>Medicamentos</p> <p>Estos pueden ser desechados a la basura, inodoro o desagüe.</p> <p>O administrados a los animales, siendo excretados a través de la orina y heces; y arrastrados por las lluvias.</p>	<p>(1)Antibióticos</p> <p>Sulfametoxazol</p> <p>Ciprofloxacino</p> <p>Norfloxacino</p> <p>Trimetropina</p> <p>Amoxicilina</p>	<p>(2)Ansiolíticos (RMB)</p> <p>Alprazolam</p> <p>Bromazepam</p> <p>Diazepam</p> <p>Lorazepam</p>	<p>(3)Antidepresivos</p> <p>Fluoxetina</p> <p>Fluvoxamina</p> <p>Sertralina</p>	<p>(4)Antinflamatorios</p> <p>Ibuprofeno</p> <p>Ketoprofeno</p> <p>Naxopreno</p> <p>Diclofenaco</p> <p>Desketoprofeno</p>
	<p>(5)Analgésicos (RMA)</p> <p>Paracetamol</p> <p>Tramadol</p> <p>Ibuprofeno</p> <p>Metamizol</p>	<p>(6)Anestésicos (RMA)</p> <p>Propofol</p> <p>Lodocaína</p> <p>Bupivacaína</p>	<p>(7)Antilipídicos (RMA)</p> <p>Gemfibrozilo</p> <p>Colestiramina</p>	<p>(8)Hormonas</p> <p>Estrógenos</p> <p>Progestina</p> <p>Hidrocortisona</p>
<p>Drogas</p> <p>Empleadas por los humanos para medicación o recreación.</p>	<p>(1)Anfetamina</p> <p>(2)Cannabis y sus metabolitos</p> <p>(3)Metabolito de la metadona</p>			

Se incluyen las de uso legal, pero principalmente las ilegales	(4)Cocaína y su metabolito
--	----------------------------

Leyenda:

RMB: remoción muy baja de 0-20%; RB: remoción de 20-50%; RM: remoción media 50-70%; RA: remoción alta 70-85%; RMA: remoción muy alta 80-100% Antibióticos (RB): sulfametoxazol, ciprofloxacino, norfloxacino, trimetropina, amoxicilina.

Plásticos (micro y nanoplásticos)

La producción masiva del plástico marcó su inicio en la Segunda Guerra Mundial, y el comienzo de su consumo intensivo a escala global se ubica entre los años 1960-1970 (Plastics Europe, 2019; Blair-Crawford & Quinn, 2016), pasando a ser el sustituto de otros materiales (vidrio, metal y la madera) hasta lograr prácticamente su desplazamiento, sobre todo en el caso de envasado y empaquetado de productos. Su versatilidad, durabilidad, bajo coste de producción y precios de mercado altamente competitivos contribuyeron a que en la vida cotidiana los seres humanos utilicemos frecuentemente el plástico. Por ello, el crecimiento de esta industria ha sido indetenible y con tendencia exponencial (Figura 1; Plastics Europe, 2019; VishnuRadhan et al., 2019). Esta producción a la que se suma el crecimiento poblacional y la gestión inadecuada de los residuos y desechos plásticos se ha traducido en un problema que requiere atención urgente.

Aunque al tratarse de una amplia gama de compuestos (polímeros, pigmentos, colorantes y aditivos), diferentes compartimientos ambientales, sociedades y modelos económicos resulta bastante complejo. El hecho de que los de plásticos son empleados desde hace años con diferentes propósitos en la sociedad, ha influido en que muchas de las cosas que utilizamos a diario son de plástico, y si se hace un pequeño registro de lo que se tiene en los hogares probablemente nos sorprenderíamos. Por ello, debido a sus ventajas y versatilidad y, más aún si se consideran sus aplicaciones tecnológicas que incluyen el área de la salud y las telecomunicaciones, sería casi imposible dejar de utilizarlos. Sin embargo, se podría reducir su consumo, aplicar la reutilización o el reciclaje para minimizar la entrada de desechos plásticos al ambiente mientras se encuentran alternativas, nuevos materiales, más amigables con el ambiente.

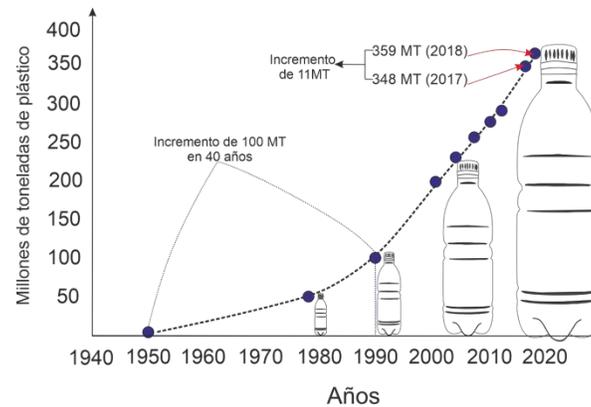
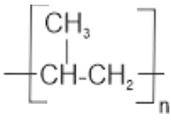
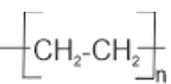
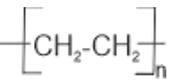
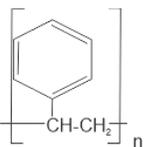
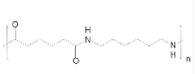


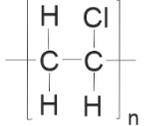
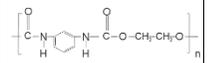
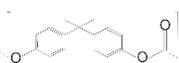
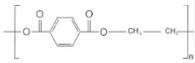
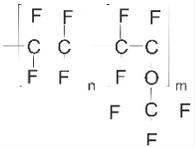
Figura 1. Ilustración del crecimiento exponencial de la producción de plástico a nivel mundial.

En la Tabla 2 se presentan algunas de las características de los polímeros base más comunes empleados en la industria del plástico, señalando adicionalmente sus usos, la posibilidad de que puedan flotar o hundirse en medios acuáticos, la simbología correspondiente de acuerdo con la factibilidad de reprocesamiento (Norma ASTM D7611, 2013) y algunos efectos sobre la salud. En este sentido, se observa por ejemplo que, según la densidad del material polimérico, el poliestireno expandido, el polipropileno, y el polietileno tanto de baja como de alta densidad generalmente flotarán en el agua marina, en cambio la poliamida y el PVC estarán asociados a los sedimentos sumergidos.

Tabla 2. Propiedades, usos y efectos de los polímeros más comunes. Información integrada de Barbosa et al. (2019); Li et al. (2016); Blair-Crawford & Quinn (2016); GESAMP (2016); Anadry (2011).

Polímero	Densidad específica (g/cm ⁻³)	Fórmula	Algunos usos	Símbolo y factibilidad	Efectos en la salud
Poliestireno expandido	0,02-0,64		Cavas, contenedores para alimentos	 Difícil de reciclar	Irrita los ojos, la nariz y la garganta y puede provocar mareos y pérdida de conocimiento. Migra a los alimentos y se

					almacena en la grasa corporal.
Polipropileno	0,83-0,85		Botellas, engranajes, tapas, bolsas, muebles de jardín, loncheras, contenedores, cuerdas, vasos y tazas	 Factible de reciclar	
Polietileno de baja densidad	0,91-0,93		Bolsas, láminas y películas, o, contenedores, botellas, microesferas y productos abrasivos	 Factible de reciclar	
Polietileno de alta densidad	0,94-0,96		Envases para detergentes, bebidas	 Fácil de reciclar	Libera sustancias químicas estrogénicas que cambian la estructura de las células humanas
Agua de mar densidad 1,025 g/cm³					
Poliestireno	1,04-1,09		Material aislante, cajas de CD, cubiertos, imitación de cristal	 Difícil de reciclar	Irrita los ojos, la nariz y la garganta y puede provocar mareos y pérdida de conocimiento. Migra a los alimentos y se almacena en la grasa corporal.
Poliamida	1,13-1,15		Fibras, líneas de pesca, sogas o cuerdas	 Muy difícil de reciclar	Cáncer, alergias cutáneas, mareos, dolores de cabeza, dolores en la columna vertebral y disfunciones del sistema
Solución saturada de NaCl (cloruro de sodio) densidad 1,15 g/cm³					

Polivinilcloruro	1,16-1,30		Tuberías y accesorios, válvulas, ventanas	 PVC	Muy difícil de reciclar	Cáncer, defectos de nacimiento, cambios genéticos, bronquitis crónica, úlceras, enfermedades de la piel, sordera, problemas de visión, indigestión y disfunción hepática
Poliuretano	1,20		Esponjas rígidas y flexibles para aislamiento y muebles		Muy difícil de reciclar	
Polycarbonato	1,20-1,22		Discos compactos, lentes, materiales de construcción, ventanas de seguridad,		Muy difícil de reciclar	Alternancia de la función hepática, cambios en la resistencia a la insulina, el sistema reproductivo y la función cerebral
Polietilentereftalato	1,37		Contenedores de maní, botellas de agua, bandejas para galletas, cinta de embalaje	 PET	Fácil de reciclar	Potencial carcinógeno
Solución saturada de NaI (yoduro de sodio) densidad 1,8 g/cm³						
Politetrafluoroetileno	2,2		Teflón, materiales de aislamiento		Muy difícil de reciclar	

La presencia de plástico en los entornos naturales se ha demostrado en aguas marinas de todo el planeta. Por ejemplo en aguas de Qatar Castillo et al. (2016) reportaron una concentración de

microplásticos promedio de 0,71 partículas/m³, identificándose 30 polímeros, entre los cuales destacan: polipropileno, polietileno de baja densidad, polietileno, poliamida, polimetilmetacrilato, entre otros. En el Mar de Bohai (China) se determinaron niveles más elevados en el contenido de microplásticos entre 5 y 15 m en la columna de agua, siendo menor el contenido de fibras en las aguas superficiales que profundas (Dai et al., 2018). En el caso de sedimentos costeros, al sur del mar Amarillo y al este del mar de China fueron analizadas muestras de sedimentos, resultando un contenido promedio de $13,4 \pm 0,6$ partículas/100 g de peso seco, principalmente fibras con composición dominada por polietileno (PE) identificado por micro FTIR (Zhang et al., 2019). Al sur de la India, el análisis de 28 muestras de sedimentos permitió identificar la presencia mesoplásticos en (65% de las muestras), microplásticos (18% de las muestras) y macropásticos (17% de las muestras), siendo la composición polimérica identificada por FTIR: 79% cloruro de polivinilo (PVC), 14% PE y 7% nylon (Vidyasakar et al., 2020). Por otra parte, en el Caribe colombiano, fue realizada una comparación del contenido de microplásticos de origen primario y secundario, hallando que su distribución depende de la época del año y que los polímeros mayormente identificados por FTIR fueron PE y PP (Acosta-Coley et al., 2019). Asimismo, se han detectado microplásticos en organismos de consumo humano, ya sea cultivados o en entornos naturales tales como bivalvos (Van Cauwenberghe, 2014), peces y crustáceos.

Aún existen varios países de Latinoamérica y el Caribe, en los cuales aún no se cuenta registros o reportes en revistas indexadas sobre el contenido y/o las características de las partículas plásticas que están presentes en los diferentes compartimientos ambientales (aguas, organismos o sedimentos). Sin embargo, se está trabajando al respecto, aunque no a gran escala. Algunos resultados preliminares se han presentado en congresos nacionales, en los cuales se ha identificado fragmentos, fibras, gomas espumosas y láminas de varios colores, principalmente constituidas por polipropileno, poliestireno y polietileno en dos playas del estado Sucre (Gamboa et al., 2019); y en las costas del lago de Maracaibo se estableció que uno de los principales contaminantes fue el polietileno (Bracho et al., 2021). Por otra parte, a nivel de experimentos de laboratorio Grillo et al. 2020 analizaron el comportamiento del coral *Porites porites* en presencia de microesferas de poliestireno, hallando que esta especie es capaz de consumir este plástico en períodos de exposición de 96 horas. No obstante, es necesario llevar a cabo más estudios que permitan conocer los niveles de la contaminación plástica en otras zonas del país, así como incorporar otros compartimientos ambientales terrestres en los cuales se ha venido documentando la presencia de estos contaminantes. Así, como ensayos experimentales para conocer los posibles efectos tóxicos de la ingesta de diferentes plásticos y varias especies marinas.

Este tema de investigación está siendo abordado por diferentes grupos de investigación:(1) el Instituto Oceanográfico de Venezuela de la Universidad de Oriente; (2) la Universidad de Oriente, núcleo Nueva

Esparta, (3) la Universidad del Zulia, (2) la Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre y (5) la Fundación La Tortuga, quienes trabajan de forma independiente y conjunta (en algunos momentos), en el levantamiento de información en los estados Sucre, Zulia, Nueva Esparta y Anzoátegui. No obstante, se espera que se continúe expandiendo el estudio de basura marina y microplásticos en resto del país, tomando en consideración la extensión costera. Por otra parte, se destaca la necesidad de implementación de programas educativos indispensables para el fomento de la cultura ambiental nuestro país que involucre a los científicos, la industria y empresas, las organizaciones ambientales, las recicladoras, las instituciones educativas y, por supuesto a todos los ciudadanos para la generación de una conciencia ambiental colectiva.

Eliminación de los contaminantes emergentes

Pese a los esfuerzos a nivel internacional para la remediación o tratamiento de los entornos afectados, el problema principal es que la eliminación de este tipo de sustancias es compleja y difícil a corto plazo (Wilkinson et al., 2017), más aún si que considera su dispersión (y ubicuidad) en la aguas fluviales y marinas a diferentes profundidades, en sedimentos sumergidos y marinos, suelos y aire. En este sentido, existen diferentes propuestas para intentar darle solución a esta situación y, siguen apareciendo nuevas ideas a medida que se conoce más sobre el contenido y las características de los materiales plásticos presentes en el ambiente y sobre los provenientes de la industria farmacéutica.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, las cuales son una fuente puntual de fármacos y plásticos hacia los cuerpos de agua. En la mayoría de los casos estas tienen un arreglo secuencial convencional de tratamientos físicos, químicos y biológicos (desbaste, bombeo, tamizado, desarenado-desengrase, decantación primaria, tratamiento biológico decantación secundaria, tratamiento de lodos y otros; Metcalf et al., 2003), que depende directamente de las características de la diada agua cruda/agua tratada, y pueden minimizar o eliminar una parte de los contaminantes presente, incluyendo los contaminantes emergentes. Sin embargo, estos últimos no son eliminados en su totalidad, ya que no han sido diseñadas para tratarlos, pasando de forma desapercibida a los cuerpos receptores y esparciéndose en el ambiente.

Las plantas de tratamiento actuales están diseñadas principalmente para eliminar o reducir la carga orgánica de las aguas residuales, reportada por la demanda química de oxígeno (cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica) y/o demanda bioquímica de oxígeno(cantidad de oxígeno que requieren las bacterias para estabilizar la materia orgánica en condiciones aeróbicas (Sawyer

et al. 2001) y, otros tipos de contaminantes, especialmente los nutrientes y, algunos otros que se encuentran normas oficiales de cada país, lo que implica que se deben monitorear con regularidad. En el caso de Venezuela se emplea el decreto 883 Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquido del año 1995, la cual evidente no contempla para efectos de vertido de los contaminantes emergentes que se han abordado en esta revisión. Por ello, no se conoce de los niveles de concentración de ellos en el efluente final, incluso luego de la aplicación de la secuencia de tratamientos físicos, químicos y biológicos. Esta situación, incluso puede poner en duda la posible reutilización de las aguas residuales tratadas, si no se garantiza su inocuidad y, deja claro que se requieren procesos complementarios avanzados de depuración de las aguas residuales, tales como oxidación avanzada, nanofiltración, electrocoagulación, tratamientos biológicos avanzados (Mishra et al., 2022; Ghosh & Chakraborty, 2021; Sánchez-Polo, 2009; Bila & Dezotti, 2007), y otros que pudieran inclusive surgir a medida que se conozca más sobre el estado de la contaminación de los sistemas, del comportamiento de estos contaminantes y sus efectos en los ecosistemas y la salud humana.

En América Latina el 70% de las aguas residuales vuelven a los cuerpos de agua sin ser tratadas. En países como Argentina y Colombia, por ejemplo, menos del 20% de las aguas residuales reciben un tratamiento previo antes de su descarga (Yee-Batista, 2013). La adecuación de los procesos de depuración y la incorporación de tratamientos avanzados parecen ser el camino a seguir para contrarrestar este problema global. No obstante, los cambios en las instalaciones y procesos, requieren de la capacitación y actualización de todo el recurso humano involucrado. Todo esto implica una inversión económica elevada que incrementaría el gasto público. Adicionalmente, deben tenerse en cuenta los gastos asociados a reactivos, materiales y equipos de laboratorio, que dependerán de las características que posean las aguas de entrada (crudas) y de salida (tratadas), el tipo de disposición final y/o reutilización, los volúmenes de trabajo, entre otros aspectos, lo cual constituye un verdadero reto tecnológico, económico y social para los países en vías de desarrollo, como en el caso de Venezuela.

Consideraciones finales

1. La presencia de contaminantes provenientes del uso masivo del plástico y de medicamentos ha sido demostrada en varias localidades del planeta, aunque hasta ahora se carezca de protocolos estandarizados para la toma de muestras en los diferentes compartimientos ambientales y, de análisis de laboratorio optimizados y estandarizados que permitan

comparaciones y, la posibilidad a corto plazo de establecer valores o límites permisibles a corto plazo.

2. El conocimiento la contaminación por plásticos y fármacos, así como los protocolos de toma de muestras y análisis son indispensables para aplicar los ajustes necesarios en las normativas de calidad de agua, ya sea para consumo humano, o para la disposición final en el caso de aguas residuales, así como las de calidad de aire. No obstante, es importante científicos e innovadores a nivel mundial se hayan abocado a trabajar desde sus áreas de experticia para proponer protocolos de análisis, mostrar resultados sobre la abundancia y/o concentración de los estos contaminantes en diferentes medios e incluso diseñado y probado métodos de remediación a diferentes escalas.
3. En cuanto a la adecuaciones y mejoras de las plantas de tratamiento, los controles e incluso la reconsideración o ampliación de los parámetros de control, si bien se consideran completamente factibles y necesarios, tienen implicaciones a nivel de gestión e inversión de recursos económicos que resultan elevados e inalcanzables si se piensa en países en vías de desarrollo donde las prioridades se enfocan en otros aspectos de tipo social como la alimentación, la salud y/o la educación, sobre todo en una situación de alta complejidad como crisis económica y de salud a escala global. Por eso, además de la adecuación y redimensionamiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, se deben considerar la reducción aguas arriba, lo que implica un cambio en los patrones de consumo, ya que esto podría resultar menos costoso y sostenible en el tiempo.
4. En el caso de los medicamentos y desechos hospitalarios se deben implementar tratamientos avanzados en sitio, así como promover la disminución de la automedicación, regulando la adquisición de medicamentos. También se debe innovar en la sustitución de algunos productos de aseo personal y materiales de empaquetado, envasado y embalado para minimizar el uso de plásticos por otros menos perjudiciales para el ambiente. Esto a su vez debe estar acompañado de regulaciones, que incluso prohíban el empleo de algunos de los productos perjudiciales para el ambiente y la salud humana, fomentando las buenas prácticas entre productores, distribuidores y consumidores para un consumo racional verdaderamente consciente. De esta manera y, por supuesto, involucrando a todos los actores de las diferentes localidades se pueden desarrollar estrategias holísticas para afrontar el problema de los contaminantes emergentes.

5. Por último, en Venezuela se está comenzando a dar pasos importantes en el levantamiento de información sobre la contaminación plástica en la zona costera, sin embargo, es necesario potenciar las acciones que vayan hacia el apoyo tangible de los expertos de esta línea de investigación, la integración de los diferentes actores y una modificación del modelo económico lineal hacia uno verdaderamente sostenible como el de la economía circular.

Referencias Bibliográficas

1. Acosta-Coley, I., Duran-Izquierdo, M., Rodriguez-Cavallo, E., Mercado-Camargo, J., Mendez-Cuadro, D., & Olivero-Verbel, J. (2019). Quantification of microplastics along the Caribbean Coastline of Colombia: Pollution profile and biological effects on *Caenorhabditis elegans*. *Marine Pollution Bulletin*, 146(July), 574–583.
2. Andersson, M., Ottesen, R.T., Volden, T. (2004). Building materials as a source of PCB pollution in Bergen, Norway. *Sci. Total. Environ.* 325 (1–3):139–144.
3. Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605.
4. Bila D. & Dezotti M. 2007. Desreguladores endócrinos no meio ambiente: efeitos e consequências. *Química Nova*, 30:651-666.
5. Castillo, A. B., Al-Maslamani, I., & Obbard, J. P. (2016). Prevalence of microplastics in the marine waters of Qatar. *Marine pollution bulletin*, 111(1-2), 260-267.
6. Chapman, P. M. (2007). Determining when contamination is pollution—weight of evidence determinations for sediments and effluents. *Environment International*, 33(4), 492-501.
7. Crawford, C. B., & Quinn, B. (2016). *Microplastic pollutants*. Elsevier Limited.
8. Dai, Z., Zhang, H., Zhou, Q., Tian, Y., Chen, T., Tu, C., ... & Luo, Y. (2018). Occurrence of microplastics in the water column and sediment in an inland sea affected by intensive anthropogenic activities. *Environmental pollution*, 242, 1557-1565.
9. de Granda-Orive, J. I., de Granda-Beltrán, C. & Baz-Lomba, J. A. (2018). Contaminantes emergentes: la nicotina en las aguas residuales domésticas como herramienta de análisis en salud pública. *Archivos de Bronconeumología*, 54(10), 495-496.

10. Deblonde, T., Cossu-Leguille, C., & Hartemann, P. (2011). Emerging pollutants in wastewater: a review of the literature. *International journal of hygiene and environmental health*, 214(6), 442-448.
11. Decreto N° 883 (1995). Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos.
12. Desrosiers, S.S.a.M., 2014. A review of what is an emerging contaminant. *Chemistry Central Journal* 8, 15.
13. Ferreira, L., Rosales, E., Danko, A.S., Sanromán, M.A., Pazos, M.M., 2016. *Bacillus thuringiensis* a promising bacterium for degrading emerging pollutants. *Process Safety and Environmental Protection* 101, 19-26.
14. Gavrilescu, M., Demnerová, K., Aamand, J., Agathos, S., & Fava, F. (2015). Emerging pollutants in the environment: present and future challenges in biomonitoring, ecological risks and bioremediation. *New biotechnology*, 32(1), 147-156.
15. GESAMP (2016). "Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment" (Kershaw, P.J., and Rochman, C.M., eds). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep.Stud. GESAMP No. 93, 220 p.
16. Ghosh, S., & Chakraborty, S. (2021). Remediation of Emerging Pollutants by Using Advanced Biological Wastewater Treatments. *Applied Water Science: Remediation Technologies*, 2, 623-643.
17. González, I., Muga, I., Rodríguez, J. & Blanco, M. (2018). Contaminantes emergentes en aguas residuales urbanas y efluentes hospitalarios. *Tecnoagua* 29: 42-54.
18. Grillo, J. F., Sabino, M. A., & Ramos, R. (2021). Short-term ingestion and tissue incorporation of Polystyrene microplastic in the scleractinian coral *Porites porites*. *Regional Studies in Marine Science*, 43, 101697.
19. Hounslow, A. (1995). *Water Quality Data: Analysis and interpretation*.
20. Li, W. C., Tse, H. F., & Fok, L. (2016). Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of the Total Environment*, 566–567, 333–349.
21. Manahan, S. E. (2000). *Environmental science, technology, and chemistry*. Environmental Chemistry Boca Raton: CRC Press LLC.

22. Metcalf & Eddy, Burton, F. L., Stensel, H. D., & Tchobanoglous, G. (2003). Wastewater engineering: treatment and reuse. McGraw Hill.
23. Mishra, S., Singh, R. P., Rout, P. K., & Das, A. P. (2022). Membrane bioreactor (MBR) as an advanced wastewater treatment technology for removal of synthetic microplastics. *Development in Wastewater Treatment Research and Processes*, 45-60.
24. Mohamed, M.O., Paleologos, E.K., 2018. Chapter 10 - Emerging Pollutants: Fate, Pathways, and Bioavailability, *Fundamentals of Geoenvironmental Engineering*. Butterworth-Heinemann, pp. 327-358.
25. Nazaret, S., & Aminov, R. (2014). Role and prevalence of antibiotics and the related resistance genes in the environment. *Frontiers in microbiology*, 5, 520.
26. Petrovic, M., Radjenovic, J., & Barcelo, D. (2011). Advanced oxidation processes (AOPs) applied for wastewater and drinking water treatment. Elimination of pharmaceuticals. *The holistic approach to Environment*, 1(2), 63-74.
27. Plastics Europe. (2019). *Plastics – the Facts 2019 An analysis of European plastics production, demand and waste data*.
28. Poynton, H.C., Robinson, W.E., 2018. Chapter 3.7 - contaminants of emerging concern, with an emphasis on nanomaterials and pharmaceuticals. *Green Chemistry*. Elsevier, pp. 291–315.
29. Sánchez-Polo, M., López-Peñalver, J., Prados-Joya, G., Ferro-García, M. A., & Rivera-Utrilla, J. (2009). Gamma irradiation of pharmaceutical compounds, nitroimidazoles, as a new alternative for water treatment. *Water research*, 43(16), 4028-4036.
30. Sawyer, C. N., McCarty, P., Parkin, G. F., Arteaga de García, L., & Quigua, D. A. (2001). *Química para ingeniería ambiental*. McGraw-Hill.
31. Taheran, M., Naghdi, M., Brar, S. K., Verma, M., & Surampalli, R. Y. (2018). Emerging contaminants: Here today, there tomorrow! *Environmental nanotechnology, monitoring & management*, 10, 122-126.
32. Tejada, C., Quiñonez, E., & Peña, M. (2014). Contaminantes emergentes en aguas: metabolitos de fármacos. Una revisión. *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 10(1), 80-101.
33. Tondera, K., Blecken, G. T., Tournebize, J., Viklander, M., Österlund, H., Wikström, A. A., & Tanner, C. C. (2018). Emerging contaminants: Occurrence, treatment efficiency and

- accumulation under varying flows. In *Ecotechnologies for the treatment of variable stormwater and wastewater flows* (pp. 93-109). Springer, Cham.
34. Tondera, K., Blecken, G.-T., Tournebize, J., Viklander, M., Österlund, H., Andersson Wikström, A., & Tanner, C. C. (2017). *Emerging Contaminants: Occurrence, Treatment Efficiency and Accumulation Under Varying Flows*. *SpringerBriefs in Water Science and Technology*, 93–109. doi:10.1007/978-3-319-70013-7_6.
 35. Trenberth, K.E., Jones, P.D., Ambenje, P., Bojariu, R., Easterling, D., Klein Tank, A., Parker, D., Rahimzadeh, F., Renwick, J.A., Rusticucci, M., Soden, B., Zhai, P., Mote, P.W. 2007. Observations: Surface and atmospheric climate change. Chapter 3 in S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. (Contributing author: Mote).
 36. Van Cauwenberghe, L., & Janssen, C. R. (2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental pollution*, 193, 65-70.
 37. Vidyasakar, A., Krishnakumar, S., Kasilingam, K., Neelavannan, K., Bharathi, V. A., Godson, P. S., Prabha, K., & Magesh, N. S. (2020). Characterization and distribution of microplastics and plastic debris along Silver Beach, Southern India. *Marine Pollution Bulletin*, 158(July), 111421.
 38. Wilkinson, J. et al., (2017). Occurrence, fate and transformation of emerging contaminants in water: an overarching review of the field. *Environ. Pollut.* 231 (Part 1), 954–970.
 39. Yee-Batista, C. (2013). Un 70% de las aguas residuales de Latinoamérica vuelven a los ríos sin ser tratadas. Banco Mundial, Buenos Aires.
 40. Zhang, C., Zhou, H., Cui, Y., Wang, C., Li, Y., & Zhang, D. (2019). Microplastics in offshore sediment in the Yellow Sea and East China Sea, China. *Environmental Pollution*, 244, 827–833.

Abstract

In this article we try to develop an integrative conception of knowledge and the search for epistemological concepts that enable transdisciplinarity in its dialectical links and the integration of knowledge. At least 4 articulated axes are proposed for the discussion that contain: A vision of science to think about transdisciplinarity, which starts from a critique of the rationality established in the subjects, in their ways of thinking and perceiving reality that sought a way of neutrality in the subjects, from there to raise the idea of another way of thinking that points towards the relational, the contextual, the transversal, the transdisciplinary and the complex. A new conception of science, to overcome the disjuncturing and reducing thinking, placing science in a social, political, ethical and ecological context in order to transform it into a power for the emancipation and liberation of the human being. Likewise, it is proposed to discuss about the transdisciplinary nature of the construction of knowledge, in the sense that it is assumed as a construction of the human subject, based on its cognitive operations, therefore, it is necessary to re-introduce the subject in all processes of knowledge.

Key words: Science, Teaching, Learning, Complexity Transdisciplinarity

Resumen

En el presente artículo tratamos de desarrollar una concepción integradora del conocimiento y la búsqueda de conceptos epistemológicos que viabilicen la transdisciplinaria en sus vínculos dialécticos y la integración de saberes. Se plantean al menos 4 ejes articulados para la discusión que contienen: Una visión de la ciencia para pensar la transdisciplinaria, que parte de una crítica a la racionalidad instaurada en los sujetos, en sus modos de pensar y percibir la realidad que procuró un modo de neutralidad en los sujetos, para desde allí plantear la idea de otro modo de pensar que apunte hacia lo relacional, lo contextual, lo transversal, lo transdisciplinar y lo complejo. Una nueva concepción de la ciencia, para superar el pensamiento disyuntor y reductor, situando a la ciencia en un contexto social, político, ético y ecológico a objeto de transformarla en un poder para la emancipación y la liberación del ser humano. Asimismo, se propone discutir acerca de naturaleza transdisciplinaria de la construcción del conocimiento, en el sentido que éste se asume como es una construcción del sujeto humano, basada en sus operaciones cognitivas, por tanto, es necesario re-introducir al sujeto en todos los procesos del conocimiento.

Palabras clave: Ciencia, Enseñanza, Aprendizaje, Complejidad Transdisciplinaria

Elementos epistemológicos para pensar una enseñanza transdisciplinaria de las ciencias.

(Epistemological elements to think about a transdisciplinary teaching of science)

Ángel Morillo

Universidad de Oriente

Doctorado en Educación

angelmorillo@yahoo.com

Recibido: 15/03/2022; Aceptado: 25/04/2022

¿Es posible una reforma del pensamiento sin el despertar de una nueva sensibilidad?

Raúl Mota (2002)

Una visión de la ciencia para pensar la transdisciplinaria

En esta contemporaneidad, se ha instaurado una lógica científica que cosificó la complejidad de la existencia humana e impuso el dominio de la racionalidad tecnológica en detrimento de otros saberes y racionalidades, al colocar la razón científica al servicio de la instrumentalidad, con el expreso propósito de someter y dominar la naturaleza. Esta lógica instaurada como racionalidad científica, en palabras de Martínez M. (2007) se asume como racionalidad lineal, unidireccional, como modelo axiomático de pensar, razonar, con su ideal puro lógico-formal,

o lógico matemático. La epistemología actual revela que en la ciencia tradicional aún persisten muchas actitudes y procedimientos investigativos que configuran creencias o hábitos de pensamiento, muy difíciles de desprenderse de la mente humana.

Desde este punto de vista, Touraine (1997: 206) señala que la *ratio thecnica* positivista pretendió “imponer la idea de que había que renunciar al sujeto para hacer triunfar a la ciencia, que había que renunciar al sentimiento y a la imaginación para liberar a la razón”. Esta racionalidad instaurada en los sujetos, en sus modos de pensar y percibir la realidad procuró un modo de neutralidad en los sujetos, en el sentido de considerarlo libre de intereses, de afecciones, de deseos, de valores y como la excusa perfecta para liberarlo de toda responsabilidad ética en cuanto a las aplicaciones de las ciencias. Alvin Toffler (1980) señala en ese sentido, que la ciencia moderna es tan buena dividiendo los problemas en pequeñas partes que a menudo olvida juntarlas de nuevo. Como consecuencia de ello, se ha perdido la visión del mundo y del hombre como un todo integrado y dependiente de su ambiente.

La ciencia intentó durante algún tiempo, hacer a un lado la subjetividad, de tal suerte que la objetividad se erigió como criterio exclusivo de verdad. Una racionalidad reductora de la razón humana, en tanto el hombre pierde su identidad personal, toda vez que se le percibe como una prolongación de la máquina y se le restringe su libertad de pensar, sentir y actuar. En este sentido, esta visión de ciencia ha pretendido escindir al sujeto al no percibirlo como un ser integral que se constituye como un todo: cuerpo, sentimiento y razón; ética, estética y lógica.

La tarea, es por tanto, desdogmatizar y desmitificar el discurso de la ciencia, para ubicarlo en el plano de las realizaciones humanas. Se trata, de un proceso que desde una postura epistemológica, supone superar su incapacidad para comprender las complejas realidades del mundo actual, las cuales se distinguen, precisamente, por la multiplicidad de los nexos, de las relaciones y de las interconexiones que las constituyen.

Basarab Nicolescu, Ilya Prigogine, Isabelle Stengers, Humberto Maturana, Jacques Monod, y tantos otros, han señalado, que es importante plantear la idea de otro modo de pensar que apunte hacia lo relacional, lo contextual, lo transversal, lo transdisciplinar y lo complejo. Becerra en ese mismo orden de ideas (2000: 14) afirma que habría que asumir un movimiento hacia otra óptica, se impone como una exigencia a pensar de una manera compleja y transcompleja. Desde este punto de vista, las ciencias modernas requieren de un ideal de complejidad que introduzca principios epistemológicos verdaderamente nuevos. Por ello, es importante una transformación fundamental de nuestro modo de pensar, de nuestro modo de percibir y de nuestro modo de valorar. Es decir, en palabras Martínez M. (2007), se trata de una nueva visión de la ciencia que implique “una nueva visión de la realidad, un nuevo “paradigma”. Esta

nueva idea de ciencia exige modelos lógicos alternativos para su interpretación y comprensión, y nos permite, a su vez, entender mejor la naturaleza de la libertad humana y, en especial, los procesos de la creatividad. Debe en ese sentido, tener una base personal y subjetiva, que valdrá tanto como nuestra capacidad intuitiva o nuestra perspicacia y agudeza intelectual.

Esta nueva visión de la ciencia en palabras de Morín (1999) debe considerar, no los objetos cerrados y aislados, sino sistemas organizados en una relación coorganizadora con su entorno, la cual elabora un modo de pensar que va más allá del objetivismo y relativismo y que explora “una noción enteramente diferente del conocimiento y de la verdad. Por ello, esta nueva concepción de la ciencia, debe superar el pensamiento disyuntor y reductor, situando a la ciencia en un contexto social, político, ético y ecológico a objeto de transformarla en un poder para la emancipación y la liberación del ser humano.

La idea de una visión transdisciplinaria en palabras de Klein, Carrizo y Espina(2014) debe considerar al menos tres elementos importantes que incluyen: 1.- La búsqueda de una trascendencia epistemológica, es decir, buscar la unidad del conocimiento, a través de una teoría universal o por una articulación de la unidad entre cosmovisiones diversas; 2.- la resolución de problemas complejos. Se trata de la resolución de problemas trata de desarrollar la transdisciplinaria en torno a fines pragmáticos y las necesidades de la comunidad, como el desarrollo social, ambiental y económico sostenible. Esto exige que las universidades realicen su misión social por medio de innovaciones científicas y educativas que aseguran una retroalimentación continua sobre la interacción entre sistemas naturales, sociales, técnicos, valóricos y de significación cultural y 3.- transgresión de límites disciplinarios: cuestiona las lógicas instrumentales, las suposiciones reduccionistas y la dicotomía entre expertos en el desarrollo de un conocimiento dominante que margina otras formas de saber, esto, como una manera de responder al problema de la fragmentación del saber en disciplinas especializadas. De este modo, se fomentan nuevas asociaciones para la producción contextualizada de conocimientos socialmente responsables que plantean cuestiones de justicia sociopolítica sobre temas relacionados con identidades indígenas, discriminación por razón de clase, género, raza o etnia, y temas relacionados con el desarrollo sostenible.

Una ciencia desde la transdisciplinaria debe implicar que la enseñanza desde esa perspectiva, debe buscar lo inédito dentro de una realidad, que es en sí misma relaciones de aspectos, propuestas y manifestaciones que hay que estudiar. Para Pérez Luna (2013: 15) una visión de ciencia transdisciplinaria, debe gestarse en un estatuto teórico en tanto sea descubrimiento del conocimiento y se desplace a lo cognitivo-sensible o exprese también las maneras diversas de conocer, por cuanto en ella no debe haber separación entre la ciencia y la sensibilidad. Así, la enseñanza de las ciencias transdisciplinaria debe generar un tejido intersubjetivo que reposicione la imaginación como fuerza creativa de la formación

humana. Continúa señalando el mismo autor que esta idea de enseñanza de las ciencias desde una postura y transdisciplinaria implica que:

El propio estudiante pueda desarrollar formas de problematizar la realidad, desde diversos encuentros con las implicaciones del saber, con las determinaciones sociales y con la búsqueda de las expresiones intersubjetivas que se entrelazan en función de una realidad en movimiento.

Desde la perspectiva transdisciplinaria, se podría resignificar la relación enseñanza-ciencia, a fin de poder pensar en la emergencia de un sujeto trans-formador, un sujeto histórico, el cual fue negado en nombre de la objetividad que condicionó el proceso científico transgrediendo el papel de la historia misma. La relación enseñanza-ciencia desde una visión transdisciplinaria tiene que desplegarse hacia una comprensión incluyente abriéndose la posibilidad para que el sujeto –quien había sido excluido de su propio conocimiento– se vuelva sobre sí mismo a través de una circularidad, reintroduciéndose en todo acto de conocimiento.

Naturaleza transdisciplinaria de la construcción del conocimiento

El concepto del conocimiento es tan amplio que resulta ineludible abarcar sus diferentes perspectivas si pretendemos comprender sus complejidades. En este sentido, pensar en la naturaleza transdisciplinaria del conocimiento se debe partir del hecho de que la construcción de éste, es una construcción del sujeto humano, basada en sus operaciones cognitivas. Desde esta perspectiva de carácter ontológica Hirsch, citado por James Morin St. Onge (2017), afirma que la realidad no sería algo que pudiera ser descubierto como un orden objetivo existente, sino mediante la comprensión subjetiva. Es decir, la trascendencia inherente a la transdisciplinaria está en el sujeto que conoce, en este sentido, Nicolescu (2008) afirma que esto implica reconocer que toda ciencia es producida por la conciencia de seres humanos que conocen, sujetos que, en las ciencias tradicionales, tienden a desaparecer en las formas de conocer delimitadas por disciplinas que solo atienden al objeto de conocimiento. Desde este punto de vista, la naturaleza transdisciplinaria del conocimiento se expresa como proceso heurístico en el que las percepciones, la imaginación y la memoria proveen imágenes en que la inteligencia puede captar en los datos la forma de lo inteligible.

El conocimiento no es más que una herramienta que interpreta al mundo en que habita el ser humano, según su necesidad de comprender y controlar el espacio en que vive. Por tanto, en la producción de conocimientos transdisciplinarios la convergencia y la integración son claves, en palabras de Lefebvre H. (1977: 55) en el proceso del conocimiento: “el sujeto y el objeto, actúan y reaccionan continuamente uno

sobre otro” es decir, el sujeto permea el conocimiento de complejidad y sensibilidad, mientras que el objeto subyace en lo conocido, en el cual actúan continuamente el uno sobre el otro”.

Las múltiples interconexiones con las que se expresan los fenómenos y los problemas desafiantes que nos presenta el mundo actual, no vienen organizados en bloques disciplinarios, y además desbordan cada vez más los métodos y las teorías que se han elaborado dentro de la organización disciplinaria del saber, por ello, hay que buscar y encontrar una nueva forma de organizarlos: un paradigma de complejidad, una visión transdisciplinar para el conocimiento.

Lo transdisciplinar implica visibilizar la actividad creativa e inventiva de toda producción de conocimientos. En este sentido, la transdisciplinariedad es la forma de conocer la complejidad que somos y nos constituye. Así, la naturaleza transdisciplinar del conocimiento es un conocimiento que se ubica en los intersticios, en los límites, y pliegues. Es un conocimiento de lo fronterizo, de lo intermedio, de la aleación; dialéctico. Por tanto, el conocimiento transdisciplinar como el pensamiento complejo, centra su atención en la comprensión multidimensional y multirreferencial de la realidad y hacen posible un “conocimiento del conocimiento”. Se trata de un nuevo tipo de integración compleja del conocimiento, de los conocimientos y que trasciende la organización del saber en campos disciplinares.

Entonces, la naturaleza transdisciplinaria del conocimiento está en su unicidad, lo cual implica un giro al interior del saber y del conocimiento, que conducen a una expresión ampliada de la realidad. Por eso, es necesario re-introducir al sujeto en todos los procesos del conocimiento dice Morín (2001) y por tanto “el conocimiento no es un espejo de las cosas o del mundo exterior, sino una reconstrucción-traducción por un espíritu-cerebro, en una cultura y en un tiempo determinado” Desde este marco ontoepistemológico transdisciplinario, la principal tarea formativa de la enseñanza, es introducir al estudiante a nuevos contextos para que aumente su número de experiencias propias y por lo tanto su conocimiento sobre el entorno.

La naturaleza transdisciplinaria en la construcción del conocimiento se mueve entre lo constituido y lo constituyente para que se desplieguen otros ángulos de lectura que reflejen el movimiento del razonar, dando apertura a lo epistemológico como crítica que permite la constitución de articulaciones cada vez más inclusivas. Se trata de un proceso de articulación, donde se despliega un modo de producción del conocimiento que opera a nivel del pensamiento y permite transversar diferentes nociones de saber, estas provienen de la experiencia, el diálogo escuela-comunidad, que permite el acercamiento a la realidad desde lo diverso. Estas vías al conocimiento se explicitan como fundamento para pensar un nuevo modo de captar, de abrirla imaginación hasta lo impensado en el proceso creador. Así la enseñanza asumiría el

reto de poner al estudiante ante un nuevo modo de pensar y de crear frente a las problematizaciones de la realidad. La enseñanza se transforma en un modo de pensar, de problematizar la realidad y buscar en ella respuestas a lo real. Se abre a la construcción de opciones de respuestas y por tanto al diálogo creador cuando el estudiante transviesa sus puntos de vista con los de la realidad.

La construcción de conocimientos desde la mirada transdisciplinaria significa una ruptura con las lógicas disciplinares, pues los conocimientos tienen que comunicarse, transversarse para una mejor comprensión, es decir la producción de una transformación recíproca de la organización disciplinar. Para Pérez Luna, Alfonso Norys y Curcu Antonio (2013:18) se trata de ir generando nuevos marcos de comprensión del mundo que habitamos y que nos habita, pues la nueva mirada transdisciplinaria debe “resignificarse en un lenguaje polívoco, metafórico capaz de nombrar, no la realidad unívoca del discurso científico, sino la polifonía de la diversidad y la pluralidad”.

El carácter transdisciplinar de la pedagogía.

Lo pedagógico no debe plantear la separación de los contenidos curriculares de sus lógicas de apropiación y reapropiación. Así, como es imposible separar los modos de relación cognoscitiva y afectiva, de los contextos de vida donde se construye el conocimiento. La pedagogía, y su correspondiente saber, debe dialogar con la contemporaneidad en la que se inscribe; en esta, la problemática del sujeto deviene como elemento visible. En consecuencia, una pedagogía transdisciplinaria debe abrirse hacia un pensamiento multidimensional, en cuanto a que las relaciones implicadas son tomadas en su dinámica constituyéndose, y sus redes inseparables. Para Vilar (1997:59) desde una postura transdisciplinaria, la pedagogía debe “construir las posibilidades de articulaciones positivas entre las ciencias mediante temas que no vuelvan a encerrarlas en su especialidad, sino que las abran a cuestiones a las cuales otras ciencias están conformadas”. La pedagogía desde la visión transdisciplinaria, no podrá concebirse solamente para transmitir saberes ya que la escuela es cruce de saberes que acoge el concepto de transversalidad como búsqueda de una totalidad definida desde una perspectiva de complejidad.

La transdisciplinaria establece un nuevo modo de relación con el saber y ello, llevaría a un nuevo conjunto de aportes heterogéneos para abordar el trabajo cotidiano en la escuela, en los intersticios de la vida misma. En este sentido, para Pérez Luna, Alfonso Norys y Curcu Antonio (2013:18) la naturaleza transdisciplinaria de la pedagogía debe incorporar saberes subestimados por los cánones disciplinares, pero no sólo saberes, sino identidades, formas de aprender, maneras de concebir el conocimiento, hibridaciones culturales, transmisión de experiencias, etc.

La búsqueda del carácter transdisciplinario de la pedagogía, debe asumir como fundamento ontológico a la creatividad como forma de descubrir estados diferentes del conocimiento que conduzcan a un aprendizaje complejo. Así, la creatividad rompe el esquema de la reproducción, y con la legitimación que no dejan que los estados culturales propicien el proceso de autoconciencia como una alternativa para la aprehensión. Aquí, la enseñanza, desde esta perspectiva cualitativa, representa un proceso continuo que va desde la planificación de objetos de trabajo académico hasta llegar a la investigación, como estrategia para la búsqueda de un conocimiento significativo.

La base epistemológica de la pedagogía en una visión transdisciplinaria debe responder a la necesidad de crear nuevos espacios para la discusión del conocimiento, haciendo que el acto de aprender, represente una creación permanente de investigación crítica y reflexiva. De lo que se trata, es de crear desde la pedagogía el diálogo, la intercomunicación de los dominios, que atraviesa y trasciende a las disciplinas. En este sentido, una visión pedagógica, desde lo transdisciplinar, es un camino que nos permite comprender las relaciones y las contradicciones del mundo real, ésta constituye un lugar epistemológico para el razonamiento de los diversos niveles de la realidad. Por tal motivo, se debe tener presente, que la percepción de cada uno de los individuos es variada y compleja.

Para Pérez Luna (2009) la naturaleza transdisciplinaria de la pedagogía, sólo es posible si se plantea desde una búsqueda en los espacios ontológicos del concepto de pedagogía, esta tendría que referirse a la subjetividad como base para la constitución de una identidad colectiva, que se representaría desde espacios subjetivos que apunten a un reconocimiento de la autonomía del pensar. Ello significa que ésta naturaleza transdisciplinaria se expresa como producto del sujeto; sólo él piensa y construye explicaciones del mundo de lo real, así busca en los márgenes, en las fronteras del conocimiento y esto incluye las sensibilidades y lo subjetivo. “En lo transdisciplinario, el sujeto se construye de otra manera y constituye de otra manera las visiones de mundo”. Así nace la condición de conocimiento frontera, ya no se trata del conocimiento dado, sino las implicaciones de la realidad que son explicadas por el sujeto.

La enseñanza como espacios para desplegar el pensar transdisciplinario

Los conocimientos de ciencia se han convertido en inalcanzables y difíciles de entender y sólo los domina el docente. Por ello, Pérez Luna (2006) (...) señala que “la enseñanza tiene que partir de una visión de acercamiento con lo real, debe romper con cierres conceptuales que son prescritos por formas culturales que no permiten conceptualmente nuevos ángulos de fuga. La enseñanza constituye una forma

de comunicar una cultura que reproduce desde lo intrínseco escolar lo extrínseco social. Por consiguiente, una nueva propuesta de enseñanza de las ciencias, debe estar sustentada al paradigma de complejidad, y por tanto, llevar al estudiante a un mundo lleno de incertidumbres e interrogantes impulsándolos a encontrarle un sentido y explicación minuciosa a cada uno de los elementos que se manifiestan durante la construcción de conocimiento.

Esta base epistemológica de la enseñanza como expresión del pensar, debe gestar la emergencia de sujetos con un pensar complejo para dar cuenta así, de la inaprensibilidad de la realidad que implica el pensar transdisciplinario. Ese sujeto del pensar transdisciplinario, debe maniobrar sus pensamientos en búsqueda de descubrir nuevas estrategias frente a la emergencia de lo real, y, en ese sentido, ampliar su capacidad de **sentir, reaccionar y hacer, de comprender y resistir, para** así poder enlazar, articular, religar la dispersión de su **saber vivir de una manera diferente** a través de una comprensión integradora. De manera que en el proceso de enseñanza como espacio para el despliegue del pensar transdisciplinario, el acto transversalizador transitará los diversos ángulos y miradas sobre contenidos que, aun estando previstos por la enseñanza, se dinamizarán como diálogo intersubjetivo, permitiendo así que se representen nuevas aristas de la realidad, donde lo complejo se expresará a través de lo inclusivo.

Así la enseñanza deja de ser una simple transmisión de conocimientos aislados de su contexto real y se concibe como voluntad de construcción de conocimiento para penetrar en el interior del conocer y ello implica, pensar en los procesos de creatividad como procesos que intervienen en el tránsito de lo constituido a lo constituyente. Por lo tanto, la enseñanza como espacio para el despliegue del pensar transdisciplinario aspira a un conocimiento relacional, complejo, que nunca será acabado, pero aspira al diálogo y la revisión permanentes que se expresa cuando el estudiante da cuenta de cómo establecer nexos entre los conocimientos especializados que se estancan al no conectarse y cómo transversar éstos con los otros campos disciplinares. En este sentido, señalan Pérez Luna, Alfonso N. y Curcu A. (2013:19) que la enseñanza como expresión subjetiva del pensar transdisciplinario, debe “revalorizar las dimensiones humanas de la imaginación y los sentimientos y resignificar la confianza en lo subjetivo como parte constitutiva del ser”.

La transdisciplinariedad, como principio epistemológico, implica una actitud de apertura con la vida y de todos sus procesos, por lo tanto, la enseñanza debe fomentar en el estudiante una actitud que le ayude para sobrepasar las barreras disciplinares en el intento de entender mejor lo que está más allá de los límites y de las fronteras establecidas. Así la enseñanza se constituye en un espacio para la expresión de un pensar que se reconstruye, desde el interior del sujeto, para reconocerse en todas las expresiones humanas y el significado de la realidad.

Es una experiencia abierta y libre, donde cobra sentido referencial la interioridad del ser y esta se expresa, en la medida que se dan los cruces transversales de los saberes, el pensar reflexivo y éste, en devenir creativo y en proceso de reflexión para la toma de conciencia. Con palabras de Sacristán G. y Pérez Gómez A. (2000) una perspectiva transdisciplinaria de la enseñanza, supone intentar llevar a un máximo desarrollo las capacidades más valiosas, las que mejor definen a cada sujeto. Para esto tenemos que ponerlo en contacto con el máximo número de oportunidades, enfrentarlo con los diversos niveles de saber y con las situaciones que son, o simulan, futuras actividades profesionales.

La enseñanza es espacio para la constitución de redes de interconexión del saber que busca respuestas complejas a sus interrogantes, permitiéndole al estudiante ser un individuo crítico, reflexivo y constructor, de su propia formación integral. En definitiva el papel preponderante de la enseñanza como espacio para desplegar el pensar transdisciplinario es, situar al ser humano como el actor central de un viaje integrador del conocimiento, capaz de revelar la comprensión de su destino como humanidad.

El aprendizaje como proceso de construcción subjetiva transdisciplinaria

La construcción del aprendizaje desde una visión subjetiva transdisciplinaria, debe representar el rescate del sujeto como protagonista de un mundo de vida, que exprese la creatividad frente a lo real, este proceso es la base de la interpretación de la realidad que deberá construir una formación. Se trata de reconocer que todo proceso de enseñanza es un proceso subjetivo que recoge pensamientos, con palabras de García Guadilla C. (1998) el aprendizaje desde el contexto transdisciplinario se inicia desde el preciso momento cuando el sujeto comienza a interpretar la realidad, pues la realidad es transdisciplinaria.

El aprendizaje como construcción transdisciplinaria, es una actitud para el conocer. En ese sentido, con palabras de León Vega (1992:100): “las condiciones de cognoscibilidad del aprendizaje, es decir, sus funciones epistemológicas, se enfrentarían a la capacidad de establecer una correspondencia entre el sujeto y el contenido del conocimiento”. Es decir, el aprendizaje, desde este conocer, se establece como pensar subjetivo basado en imágenes que corresponden a nosotros y a los otros; son expresiones de lo que “construyo” y “construimos” y en este caso pensar lo real se nutre de lo individual de lo colectivo.

El acto de aprender, represente una creación permanente de investigación crítica y reflexiva. En este sentido para Pérez Luna, Alfonso N. y Curcu A. (2013) no tiene sentido hablar de transdisciplina en la escuela si los saberes son creaciones particulares que serán transmitidas sin discusión posible. Lo transdisciplinario está ineludiblemente relacionado al diálogo de saberes; éste se abre la libertad de crear, pues la creatividad se expresa como subjetividad.

Referencias bibliográficas

- Alfonzo, N Y Curcu, A. (2011) Una mirada estética del currículum. Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales. Mérida-Venezuela. ISSN 1316-9505. Enero-Diciembre. N° 17: 57-74.
- Becerra, O. (2000). Acontecimientos contemporáneos, clima cultural y retos cognitivos emergentes. En: Educación y Sociedad, 2, (2), 9-17.
- Falatoonzadeh, Roya Anne (2012) La construcción del conocimiento como problema paradigmático para alcanzar la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad Sophia, Colección de Filosofía de la Educación, núm. 13, 2012, pp. 349-365 Universidad Politécnica Salesiana Cuenca, Ecuador.
- Fontalvo, R. (1999). “Educación y transdisciplinariedad: un desafío para el pensamiento complejo en América Latina”. En: RELEA. Revista Latinoamericana de Estudios Avanzados, (7). Caracas, Venezuela.
- Gimeno Sacristán J. Y Pérez Gómez A. I. (2000) Comprender y transformar la enseñanza. Ediciones Morata, S.L. 9ª edición. España.
- García Guadilla, C. (1998). La educación superior en Venezuela: una perspectiva comparada en el contexto de la transición hacia la sociedad del conocimiento. Cuadernos del CENDES, 15, (35). Caracas: CENDES.
- Klein, Julie, Luis Carrizo Y Mayra Espina Prieto (2014). Transdisciplinariedad y Complejidad en el Análisis Social. Gestión de las Transformaciones Sociales (MOST) Documento de Debate. Organización De Las Naciones Unidas Para La Educación, La Ciencia Y La Cultura (UNESCO)
- León Vega, Emma (1992). La experiencia en la construcción del conocimiento social. En: Zemelman, H. (Coord.). (1995). Determinismos y alternativas en las ciencias sociales de América Latina. México: UNAM-CRIM. Editorial Nueva Sociedad.
- Lefebvre, Henri (1977) Lógica formal, lógica dialéctica. México: Siglo XXI.
- Magendzo, Abraham (2003). Transversalidad y currículum. Bogotá-Colombia. Cooperativa Editorial Magisterio.
- Martínez Boom, Alberto (1992). ¿Escuela para el aprendizaje o enseñanza para el pensamiento? En: Revista reflexiones pedagógicas. Colombia: CIUP.
- Martínez M. Miguel (2007) Conceptualización de la transdisciplinariedad. En Revista Polis. Revista Latinoamericana. Descentramiento y nuevas miradas. Centro de Investigación Sociedad y Políticas Públicas (CISPO)
- Millonschik, Cecilia (1999). Transdisciplina. Psicoanálisis APdeBA - Vol. XXI - N° 3.
- Morín, Edgar (1984) Ciencia con conciencia. Barcelona: Anthropos.
- Morín, Edgar (1999). Introducción al pensamiento complejo. España. Gedisa Editorial.
- Morin St. Onge, James (2017) Transición a una Ciencia y Cultura Transdisciplinarias. En Revista de la Academia/ISSN 9719-6318 Volumen 24.

Motta Raúl (2002) Complejidad, educación y transdisciplinariedad En Revista Polis. Revista Latinoamericana. Descentramiento y nuevas miradas. Centro de Investigación Sociedad y Políticas Públicas (CISPO)

Nicolescu, Basarab (1996). La transdisciplinariedad: Manifiesto. México. Multiversidad Mundo Real Edgar Morín, A.C.

Nicolescu, Basarab (1998). La transdisciplinariedad. Du Rocher.

Nicolescu, Basarab (2008). Teoremas poéticos (fragmentos) (Trad. Celso Medina). En Revista Investigación y Educación. Año V. N° 9 pp. 43-59. Maturín. UPEL.

Pérez Luna, Enrique Y Norys, Alfonso (2008). Diálogo de saberes y proyectos de investigación en la escuela. En: Educere, N° 42. Mérida: ULA.

Pérez Luna, Enrique, Norys, Alfonso Y Antonio Curcu (2013). Transdisciplinariedad y educación En: Educere, ISSN: 1316-4910 - Año 17 - N° 56.

Toffler Alvin (1984) (1984). La teoría de la complejidad. En Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales. Mérida-Venezuela. ISSN 1316-9505. Enero-Diciembre. N° 9.

Touraine Alain (1997) ¿Podremos vivir juntos? Iguales y diferentes. Madrid, PPC Editorial.

Ugas Fermín, Gabriel (2005). Epistemología de la educación y de la pedagogía. San Cristóbal-Táchira-Venezuela: Ediciones del Taller.

Vilar, Sergio (1997). La nueva racionalidad: comprender la complejidad con métodos transdisciplinarios. España: Editorial Kairós. Permanente de Estudios Epistemológicos en Ciencias Sociales.

Zemelman, H. (1992). Los horizontes de la razón. Antropos México.



Dra. Adriana Gamboa.

Cuidar de los océanos es preservar la fuente de la vida.

Los océanos ocupan tres cuartas partes de la superficie terrestre. Contienen el 97% del agua del planeta, y además representan el 99% del espacio vital disponible con base en su volumen. En tal sentido, como especialista en Ciencias Marinas, Dra. Adriana Carolina Gamboa, ha dedicado parte de su vida a investigar sobre el impacto de las actividades humanas en estos ecosistemas tan importantes para la vida. En este número de *Vestigium*, nos comparte algunas consideraciones sobre su trabajo, específicamente en relación a los microplásticos, elementos que siguen ingresando a los cuerpos de agua de forma sostenida.

Vestigium: Para aquellos que tienen poco conocimiento sobre el tema ¿Qué son los microplásticos?

Dra. Gamboa: El término microplásticos hace referencia al tamaño de las partículas plásticas que se encuentran en el ambiente. Es este caso, una de las definiciones más empleadas incluye los plásticos con tamaños entre 1 y 5 mm.

Vestigium: ¿Podría presentarnos cifras o hechos que nos den alguna idea de cuán importante se ha vuelto la presencia de los microplásticos, principalmente en los océanos?

Dra. Gamboa: Uno de los hechos, más resaltantes desde mi punto de vista es que los microplásticos son contaminantes ubicuos, es decir que se encuentran en todas partes, incluso en el océano Ártico, la Antártida que se consideran lugares remotos. La dinámica permite su movimiento en diferentes esferas geoquímicas encontrándose inclusive en el aire. Recientemente, se ha demostrado su presencia en sangre humana.

Vestigium: ¿Qué consecuencias tiene la presencia de microplásticos en la vida marina?

Dra. Gamboa: Las consecuencias implican la afectación directa de la vida marina, puesto que se ha comprobado que los microplásticos están presentes en sedimentos costeros, sedimentos sumergidos, en la columna de agua, así como en organismos marinos, afectando sus funciones y alcanzando diferentes niveles de la trama trófica y pudiendo generarse un desequilibrio y la merma de varias especies.

Vestigium: Como sabemos, la contaminación de las aguas termina afectando también nuestras fuentes hídricas para uso diario. Al respecto, de acuerdo a un informe de la OMS comentado en 2019 por la BBC, la presencia de microplásticos en el agua potable es muy pequeña como para representar daños en la salud ¿Usted qué opina al respecto?

Dra. Gamboa: Se ha demostrado la presencia de microplásticos en agua de consumo humano, tanto en la que circula por medio de las redes de distribución, como en el agua embotellada. Sin embargo, aún no se cuenta con niveles permisibles establecidos por los organismos reguladores correspondientes. De hecho, existen vacíos de información y además algunas compañías trabajan en el desarrollo de dispositivos para la determinación rápida de contenido de microplásticos en aguas. Aunque se ha avanzado en el tema considero que hacen falta más investigaciones con diferentes enfoques para lograr ser más concluyentes al respecto.

Vestigium: ¿Qué otros riesgos para la vida humana representan los microplásticos presentes en los océanos?

Dra. Gamboa: La afectación de los organismos marinos, tales como peces, bivalvos y otros, incide en la disponibilidad de proteína marina, lo que a su vez impacta la alimentación de los seres humanos.

Vestigium: Usted ha llevado a cabo estudios como por ejemplo, la contaminación en las playas, sedimentos marinos, y también en áreas tan lejanas como los polos terrestres. En el contexto de esta entrevista ¿Podría contarnos un poco sobre su trabajo?

Dra. Gamboa: Sí claro. Mi experiencia en muestras del océano Ártico corresponde a mi tesis doctoral, la cual desarrollé en la Universidad de Quebec en Rimouski (UQAR) gracias alPhD. Jean Carlos Montero Serrano y al apoyo económico del Grupo de Geología del Instituto de Ciencias del Mar (ISMER), el programa de becas de Líderes Emergentes en las Américas del gobierno canadiense y, a la buena disposición del Postgrado en Ciencias Marinas del Instituto Oceanográfico de Venezuela (UDO núcleo Sucre) y de nuestra casa de estudios que se mostraron muy receptivos con la posibilidad de ese intercambio.

De esta forma, pude trabajar en el área de paleoceanografía y paleoclimatología establecer un modelo de la dinámica sedimentaria del mar de Beaufort y el golfo de Amundsen (Ártico canadiense), así como compartir con diferentes profesionales del mundo. Cuando regresé al país surgió la oportunidad de participar como investigador

anfitrión en un proyecto de investigación propuesto por el doctorante Luis Ernesto Medina Faull y financiado por NationalGeographic, desde ese entonces estoy analizando el contenido de microplásticos en sedimentos playeros y mi intención es continuar haciéndolo. Por ello, deseo obtener el financiamiento necesario y los recursos para continuar haciendo mis aportes en la ciencia y en esta área del conocimiento.

Vestigium: Sabemos, que de los más de 8 mil millones de toneladas métricas del plástico que hemos producido, menos del 10% se recicla ¿Cuáles diría usted que son las propuestas más viables para combatir la gran cantidad de plásticos que terminan en el ambiente?

Dra. Gamboa: Hacer frente a la situación de la presencia de plástico en los diferentes compartimientos ambientales no solo es complicada por las cantidades en las que se encuentra, sino por la diversidad de materiales que están involucrados, muchos de los cuales no pueden ser reciclados. A esto se suma un modelo económico que no se fundamenta en la optimización del uso de los recursos, sistemas de recolección que son adecuados, falta de conciencia ambiental y de cultura de reciclaje, falta de políticas ambientales, entre otros. Por lo tanto, pensar en una solución única no es viable sobre todo si se considera el uso masivo de este tipo de materiales. No obstante, esto no quiere decir que no podamos hacer algo, por el contrario, cada uno de los actores involucrados podemos integrar un sistema para avanzar en los cambios necesarios.

Vestigium: Finalmente doctora Dra. Adriana ¿Qué proyectos se encuentra realizando actualmente en torno a la contaminación por plásticos y cómo pueden colaborar aquellas personas o instituciones interesadas en apoyar estas actividades?

Dra. Montaña: Actualmente, continúo estudios en el municipio Sucre del estado Sucre y deseo expandirlos hacia otras localidades del estado, para ello, me gustaría contar con el apoyo de instituciones, empresas y organizaciones para solventar la logística de traslado, pernocta y materiales para la recolección de muestras. Asimismo, bajo la figura de proyectos de ciencia ciudadana se pueden integrar estudiantes de diferentes niveles escolar y otros voluntarios para la limpieza de las playas y la recuperación de muestras para su posterior análisis.

Cabe destacar que, gracias al apoyo de la Fundación La Tortuga y sus colaboradores, destacando principalmente a María Virginia Carvajal y Manuel Fernández y a Andrés Casalins director de la Escuela Gastronómica Portobello con mi equipo de trabajo estamos realizando un levantamiento exhaustivo de información en 4 playas de Lechería,

estado Anzoátegui. Y desearía poder desplazarme con el equipo a otras localidades del país para ir conociendo la realidad en cuanto a la contaminación marina en nuestro país.

Entrevista

*La Dra. Adriana Gamboa, es profesora titular de la UPTOS "Clodosbaldo Russián", licenciada en Geoquímica (UCV) y doctora en Ciencias Marinas (UDO), como investigadora activa de esta casa de estudios, ha sido autora de numerosos artículos en publicaciones reconocidas, así como de interesantes ponencias en eventos científicos, entre ellos el IV Congreso Internacional de Investigación e Innovación UPTOSCR 2022, realizado el pasado mes de mayo, en donde presentó su investigación titulada **Análisis del contenido de materiales plásticos asociados a sedimentos costeros del sector adyacente a la camaronera "Aquamarina de la Costa" Santa Fe, estado Sucre, Venezuela**", la cual puede consultarse en el libro de resúmenes del evento a través de www.uptos.edu.ve/*



Conchas Marinas como fuente de carbonato de calcio.

Fuente: UPTOSCR, Vicerrectorado Territorial.

El Carbonato de calcio, es un compuesto químico que se utiliza en la fabricación de una gran variedad de productos tales como, cemento, cal, pinturas, plásticos, adhesivos, papel, vidrio, cosméticos, fármacos, biofertilizantes, aditivos para alimentos, entre otros; por eso es un producto codiciado a nivel industrial. Al respecto, las conchas marinas son una fuente natural de carbonato de calcio orgánico, puesto que este elemento es parte fundamental en su composición.

En tal sentido, un estudio realizado en la UPT Clodosbado Russián (Venezuela) demostró que es posible extraer el carbonato de calcio proveniente de conchas marinas para uso industrial, lo cual resulta en un producto de origen orgánico (96 % de CaCO_3), económico y de excelente calidad. Sobre esto, el profesor Carlos Pérez, autor principal de esta investigación, señaló que con este método no solamente se obtiene un insumo valioso para la industria, sino además se beneficia tremendamente al ambiente; ya que normalmente las conchas provenientes de la actividad extractiva de moluscos marinos, se acumulan en grandes vertederos a cielo abierto, que posteriormente favorecen la proliferación de moscas transmisoras de enfermedades. De hecho con base en esta investigación, se elaboró un proyecto que involucra a dos de los vertederos de conchas más importantes de la Península de Araya, que son Guamachal y El Manglillo ubicados ambos en la Parroquia Chacopata, Municipio Cruz Salmerón Acosta, Estado Sucre (Venezuela), con un contenido de conchas por encima de 680.000 T y 450.000 T de Carbonato de calcio orgánico. Esta iniciativa contribuirá de forma significativa a revertir las adversas condiciones ambientales, económicas y sociales de la zona, impulsará la generación de empleos y ofrecerá oportunidades de estudios para una nueva generación de jóvenes científicos comprometidos en el ambiente. Esto es una muestra de que, cuando la ciencia se articula en positivo con el gobierno local pueden lograrse grandes cosas en beneficio de la colectividad.



Imagen 1: Vertedero de Guamachal, Península de Araya



Imagen 2: Prof. Carlos Luis Pérez Astudillo.