

APPROPIA

CONOCIMIENTO PARA TODOS



Soluciones de I+D+i para la economía circular



**Universidad[®]
de Medellín**
Ciencia y Libertad

APROPIA

Número 7, 2024 • ISSN: 2590-7409

Presidente Honorable Consiliatura

Juan Alejandro Hernández Hernández

Rector

Néstor Raúl Posada Arboleda

Vicerrectores

José Alberto Rúa Vásquez - Vicerrector (e) Académico

Elizabeth Flórez Yepes - Vicerrectora (e) de Ciencia y Tecnología

Felipe Jaramillo Vélez - Vicerrector de Extensión

Dirección general

Elizabeth Flórez Yepes

Comité Editorial

Margarita Lozano Jiménez

Henry Horacio Chaves Parra

Coordinador del Sello Editorial

Ricardo Gil Barrera

Analista Editorial

Mayra Johanna Currea Enciso

Periodista y redactor

Henry Horacio Chaves Parra

Corrección de estilo

Álvaro Molina Monsalve

Robinson Quintero Ossa

Créditos fotográficos

Agradecimiento: Profesor Diego Augusto Arango Bustamante de la Facultad de Comunicación - gestor de la Galería fotográfica

Imagen de carátula: Ana Sofía Tangarife Cadena, Juguetes que guardan recuerdos. Fotografía ganadora de la quinta versión del concurso de fotografía Científica 2024.

Fotografías internas en orden de aparición:

Mauricio Vásquez Rendón (páginas 4 a 6), Catalina Arroyave Quiceno (páginas 7 y 8), Carolina Marcela Perlaza (página 10), Carolina Marcela Perlaza, Yuri Lorene Hernández y Sandra Milena Palacio (página 12), Isabel Cristina Giraldo Arias (páginas 16 y 18), Alejandra Balaguera Quintero (páginas 22 a 24), Equipo Laboratorio Vivo (páginas 25 a 28), Fotografía de los investigadores del proyecto (página 29), Cesar Augusto Zambrano Osorio (páginas 30 y 31), Banco de imágenes Shutterstock, Coordinación de Comunicaciones Universidad de Medellín, Elizabeth Flórez Yepes (páginas 34 y 35), Olga Cecilia Restrepo Yepes (páginas 38 y 39).

Diseño y diagramación

Leonardo Sánchez Perea

Impresión

Soluciones Impresas

Correspondencia

Vicerrectoría de Ciencia y Tecnología

Carrera 87 N.º 30-65. Bloque 18

Teléfono: (+57+604) 5904500 ext. 30734, Medellín, Colombia

Correo: revistaapropia@udemedellin.edu.co

Web: www.udemedellin.edu.co

© Universidad de Medellín

Todos los derechos reservados.

Esta publicación no puede ser reproducida total o parcialmente por ningún medio inventado o por inventarse, sin el permiso previo y por escrito de la Universidad de Medellín.

Apropiá, conocimiento para todos • Número 7, 2024 • ISSN: 2590-7409

Contenido

Presentación	1
Editorial	2
Los Centros en acción CID	
Diseño de materiales y materiales para el diseño	3
Los Centros en acción CEIN	
Biorremediación de aguas a partir de microalgas	7
Los Centros en acción CIECA	
El turismo, oportunidad de negocios sostenibles y rentables	10
Índice de Economía Circular, una herramienta para medir y avanzar	13
Los Centros en acción CICBA	
La recuperación del fósforo, de contaminante a materia prima	16
Los Centros en acción CEIN	
Uso inteligente del agua, el manejo circular de un recurso vital	19
Valoración técnica, económica y ambiental de materiales para las vías terciarias	22
Los científicos se comunican	25
LABORATORIO VIVO, modelo agroecológico ambiental para replicar	25
Tecnología hoy	29
La transferencia del conocimiento: un ejercicio de economía circular	29
Ser o no ser	
Elizabeth Flórez, la investigadora	33
Enredados	
Evitar el desperdicio de alimentos: un asunto de derecho, economía y humanidad	36
Galería fotográfica	
Concurso de fotografía científica - 2024	40

Apropiá es la revista de divulgación y apropiación científica de la Universidad de Medellín. Es un punto de encuentro entre el conocimiento generado al interior de la institución y la comunidad en general, una estrategia que busca poner a circular investigaciones, conceptos y puntos de vista que puedan movilizar a la ciudadanía hacia la búsqueda de soluciones a los problemas colombianos.

Presentación

En la Universidad de Medellín nos dedicamos a hacer ciencia al servicio de la sociedad y es nuestro objetivo que estos resultados científicos sean conocidos y utilizados por la comunidad. A través de nuestra revista de divulgación *Apropia* – Conocimiento para Todos, y su nueva edición titulada “Soluciones de I+D+i para la economía circular”, buscamos alcanzar ese propósito.

Confiamos en que, al recibir este ejemplar, lo lea detenidamente y comparta su contenido con cualquier persona interesada en el tema, o con aquellos a quienes puedan serles útiles sus resultados.

En este séptimo número de la revista *Apropia* haremos un recorrido por temas de interés general y específico. Abordaremos el reúso de las aguas lluvias, los modelos de negocios sostenibles y las huertas comunitarias, el manejo de los desperdicios alimentarios y otros asuntos de interés industrial como la medición de la economía circular en las empresas, la valorización de los residuos agroindustriales y el uso de los residuos en el sector de la construcción. También dedicaremos una sección a las tecnologías disponibles en la Universidad relacionadas con estos temas.

Además, como resultado de nuestro concurso de fotografía científica, exponemos una galería del trabajo fotográfico de nuestros estudiantes de la Facultad de Comunicación. En esta galería los estudiantes expresan su perspectiva sobre la economía circular a través de sus imágenes.

Finalmente, en el editorial de esta revista presentamos la estrategia de Economía Circular implementada en la Universidad como un significativo avance institucional y un aporte al medio ambiente.

Agradecemos la participación de profesores investigadores, de estudiantes de la UdeMedellín y de los colaboradores externos que han trabajado incansablemente para generar el conocimiento que contribuya a mejorar la calidad de vida en nuestro país. También agradecemos a las dependencias de la institución que apoyan esta publicación, la Facultad de Comunicación y el Sello Editorial. Así mismo extendemos nuestro agradecimiento a Henry Horacio Chaves, editor periodístico de esta edición.

Recuerden que pueden interactuar con nosotros a través del correo revistaapropia@udemedellin.edu.co o escaneando el siguiente código QR, donde podrán conocer las ediciones anteriores de la revista. Los invitamos a compartir este número y a etiquetarnos en redes sociales para continuar generando *conocimiento para todos*.



Editorial

El sexto informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2022) reclama acciones urgentes de diverso orden y de distintas instancias para reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), en buena parte responsables del cambio climático. Los altos niveles de emisión actuales tienen en riesgo el cumplimiento de la meta global de limitar el incremento a 2030 en no más de 1,5 grados Celsius, fijada en el Acuerdo de París (COP, 2015), pero, además, aumentan el riesgo de un incremento igual o superior a los 4 grados Celsius para el año 2100, lo que provocaría efectos tan devastadores que pondrían en grave peligro la supervivencia humana en el planeta.

No cabe duda de que son nuestro modelo económico y los sistemas de producción actuales los que han arrastrado a esta compleja situación. Un modelo basado en una perspectiva limitada, que asume, no sin error, que los recursos naturales son infinitos, que hay que satisfacer las necesidades presentes, a toda costa, sin considerar las consecuencias futuras. En suma, un modelo cortoplacista que ha perdido la planeación y la prospección como ejes estructurales y que nos tiene hoy a punto de un descalabro sin precedentes. Sin embargo, ese futuro es nuestro presente. El planeta enfrenta cada día fenómenos que están poniendo en riesgo la vida de más de 10 mil millones de personas que habitamos la Tierra.

Bajo este panorama, el principal desafío que enfrentamos como

sociedad es avanzar hacia un nuevo modelo de desarrollo económico que propenda por una economía baja en carbono, que proteja y conserve la biodiversidad, y satisfaga las necesidades de una población en crecimiento, garantizando al mismo tiempo oportunidades de calidad de vida y bienestar económico y social. Para lograrlo, es fundamental construir una visión integradora entre los distintos sectores de la sociedad. Un Estado que a través de las políticas públicas promueva este nuevo modelo de desarrollo, un sector empresarial e industrial que innove en procesos, materiales y en el uso alternativo de materias primas para reducir su impacto ambiental, y una sociedad cada vez más consciente de sus hábitos de consumo. Papel aparte desempeña en este gran ajedrez la academia, en la cual recae, si se quiere, las mayores responsabilidades, esto es, apoyar a los gobiernos en la definición y evaluación de políticas públicas. Necesitamos academia proactiva, que colabore con la industria para mejorar la eficiencia de los procesos productivos, que ayude a desarrollar nuevos materiales a partir de residuos y que fomente la participación de la sociedad para la creación de nuevo conocimiento y para el desarrollo de hábitos de consumo más sostenibles.

Es así como la Universidad de Medellín, consciente de su rol y especialmente de su apuesta por la **ciencia al servicio de la sociedad**, ha decidido contribuir a la solución de los problemas complejos de nuestro actual modelo de desarrollo económico. Y aspira hacerlo a través de la puesta en marcha de una **estrategia de economía circular** que incluye, por un

lado, la construcción de conocimiento por medio de la investigación y el desarrollo de nuevos materiales, y por otro, la posibilidad de alargar la vida útil de algunos residuos que la industria y la sociedad ven como basura, pero que la Universidad los ve como oportunidad para crear nuevos materiales o reincorporarlos en la cadena productiva del mismo u otro sector.

Pero no basta con establecer una estrategia, hay que llevarla a la práctica. En la Universidad estamos convencidos, como lo señalaron Aristóteles y Einstein, de que “El valor del conocimiento se manifiesta cuando se aplica para resolver problemas o mejorar nuestra vida”. Por esto, la **Universidad de Medellín** ha emprendido la constitución de un Instituto de Economía Circular, que ligado a la **Vicerrectoría de Ciencia y Tecnología** promueva la investigación científica, estimule el trabajo colaborativo entre la industria, la academia y la sociedad para la definición de nuevos o mejores procesos de innovación que faciliten la eficiencia hacia una producción más sostenible.

Finalmente, queremos invitar a las entidades públicas, los gremios, la industria y los actores de la sostenibilidad para que vean en el Instituto de Economía Circular de la Universidad de Medellín un socio estratégico para coadyuvar en la toma de decisiones y el establecimiento de políticas públicas y empresariales que busquen cuidar y proteger el Planeta.

Es urgente... y estamos listos...

Elizabeth Flórez Yepes

Vicerrectora de Ciencia y Tecnología

Carlos Ignacio Uribe Tirado

Asesor Economía Circular

Diseño de materiales y materiales para el diseño

¿Qué hace un ingeniero de materiales y doctor en ingeniería en una Facultad de Diseño? Esa era una pregunta que se escuchaba hace un par de años en voz baja cuando Mauricio Vásquez Rendón llegó a la Universidad de Medellín como docente, no de ingeniería, sino de diseño. La respuesta se fue dando rápidamente: enseñarles a los diseñadores en formación, el papel y la importancia de los materiales en los procesos de diseño. Muy pronto su clase se fue convirtiendo en una aventura, pues él impulsa la creación de materiales desde cero prácticamente.



Yaunque sus estudiantes están en los primeros semestres de los tres programas que tiene la facultad y apenas se adecuan al ritmo universitario, los reta: “La idea es plantar la semilla para que se acostumbren a buscar nuevos materiales”.

Biofilia material

Los estudiantes avanzan durante todo el semestre en un proyecto de investigación y experimentación que parte de conocer los atributos en los materiales, tanto técnicos como sensoriales, así como sus posibilidades de aplicación en diversos campos del

conocimiento. Muchos de ellos exploran el área textil o aplicaciones para la industria de la moda: botones, cremalleras, accesorios y otros elementos. Pero el gran desafío es no solo usar materiales para el diseño, sino diseñar nuevos materiales.

Los estudiantes seleccionan un residuo o un grupo de residuos para estudiarlo y conocer a fondo sus características y comportamiento, así como el impacto que genera. Con lo que tienen a mano, en casa o en la universidad, experimentan y documentan nuevos usos y proponen nuevas aplicaciones de cada material en la industria del diseño.

A eso es a lo que el profesor Mauricio llama biofilia material, un proceso de investigación y cocreación que amplía la mirada de las fuentes naturales, con sentido de economía circular, que permite nueva vida a los residuos. Un proceso que dio origen además a un laboratorio de percepción material en el que los visitantes pueden conocer atributos y fichas técnicas de los procesos de investigación y creación de materiales.

Se trata de la búsqueda de materiales emergentes a partir del contacto con la naturaleza. De hecho, la biofilia es la conexión innata que tenemos tanto con los animales como con las plantas, por eso el profesor bautizó su ejercicio como biofilia material, como una colección de materiales que provenga de la biología, del entorno natural.

Y empezaron a abrirse los escenarios para mostrarlo, como en Colombiatex, aprovechando el vínculo



con Inexplora y su proyecto de biblioteca de materiales sostenibles: “Les mostré el proyecto de biofilia material y se abrió la posibilidad de llevar algunas muestras. Llevamos tres materiales que pueden ser implementados en la industria de la moda, son materiales obtenidos a partir de residuos, agroindustriales o de carácter biológico. Algunos de ellos tenían potencial para ser aplicados en accesorios o como tela”, explica el profesor.

Materiales emergentes

El propósito es explorar con los alumnos materiales emergentes, más allá de las clasificaciones tradicionales que hablan de materiales metálicos, cerámicos, polímeros o plásticos y materiales compuestos. En los emergentes hay otras exploraciones como biomateriales, nanomateriales, materiales inteligentes, con memoria de forma y otros más. Es una nueva categoría en la que se inscribe la biofilia material que, cuenta el profesor Vásquez, “nació de un ejercicio inesperado porque empecé en el primer semestre de 2023 a explorar y les dije a los estudiantes: ‘no trabajemos solo con teoría de los materiales, hagamos nuestros propios materiales’. Y en ese ejercicio los chicos se empelularon un montón y resultaron desarrollos de material muy interesantes”. Así, diseñó una ficha técnica en la que se plasma una historia, el procedimiento, las propiedades, los atributos iniciales y una muestra del material.

“Cuando lo exhibimos en conjunto se veía muy atractivo, muy bonito. Entonces pensé que eso tenía mucho potencial para hacer una exhibición de la facultad, donde montáramos un espacio de inspiración, de ideación y de trabajo de diseño desde la exploración con estos materiales que ya teníamos

desarrollados en ese primer semestre”, comenta feliz y añade: “Hemos encontrado materiales a partir de cáscara de huevo, biocerámicos, características de materiales cerámicos, para hacer recubrimientos o vasijas; biomateriales con pelo humano que han generado revuelo y hasta resistencia; también es un proceso de cultura, de cómo empezamos a educar posibles nuevos consumidores de nuevos materiales que son inesperados”.

Inspiración en el nopal

La idea nació a partir de un proyecto de investigación activo con nopal, que adelanta con investigadores de la Universidad de Antioquia hace años en el municipio de Sonsón. Un proyecto que impulsa el desarrollo de nuevos materiales a partir de residuos, basado en el nopal, un cactus muy tradicional en México que se comporta bien en el oriente antioqueño.

“Como el tiempo de investigación de los profes puede ser limitado muchas veces por las responsabilidades en docencia, yo quise llevar la investigación a las aulas, pero explorando otras tipologías de residuos, como cáscaras de huevo, de banano, de plátano, de remolacha, mango, pero también pelo humano; en fin, con lo que es considerado basura se pueden hacer nuevos materiales”, dice Mauricio.

Insiste en que su proyecto está ligado a la economía circular, que supera el concepto de consumo lineal desbordado en el que se compra, se consume y se desecha. Por eso se trata de aprovechar los desechos. “Podemos hacer un bioplástico que nos permita hacer una billetera que se va a degradar en seis u ocho meses o en un año, pero que no va a generar el impacto que generan el cuero, los plásticos o los textiles. No estamos

satanizando los materiales tradicionales, sino ofreciendo una nueva alternativa de materialidad”, explica.

Se busca, desde las propiedades de los materiales, obtener nuevas aplicaciones en un país como el nuestro que genera cerca de 72 millones de toneladas de residuos agroindustriales al año y solo aprovecha el 17%.

Colombiatex y Colombiamoda

El proyecto ya participó en las fiestas del maíz de Sonsón con productos derivados del nopal, y también en Colombiatex de las Américas y en Colombiamoda en donde fue un destaque la propuesta de Esteban Pinillos, quien con el apoyo de los profesores Mauricio Vásquez y Camilo Ríos presentó varias propuestas de vestuario desarrolladas con telas fabricadas a partir de nopal. En esas ferias los estudiantes diseñan además de vestuario, los espacios de escenografía, la iluminación y muchos accesorios como portafogas y billeteras con materiales emergentes y acabados impecables.

Ciertamente, ha habido materiales difíciles que también dejan lecciones. En el laboratorio de percepción material están las muestras y los aprendizajes. Además, se han publicado artículos de divulgación y ha habido difusión en medios como parte del trabajo de proyección de la universidad. Pero lo más importante, se ha marcado un camino de trabajo colaborativo y experimental con la impronta de la universidad. ○

Origen:	Proyecto de investigación
Investigadores UdeMedellin:	Mauricio Vásquez Rendón, Lina María Chica Osorio
Entidades participantes:	Universidad de Antioquia, Municipio de Sonsón
Estado:	Terminado



Biorremediación de aguas a partir de microalgas

El tratamiento de aguas residuales de las industrias sigue siendo un desafío tanto para las empresas como para la academia. Para afrontar ese problema, un grupo de investigación de la Universidad de Medellín, liderado por la bióloga y posdoctora Catalina Arroyave Quiceno, emprendió una serie de experimentos a partir del uso de microalgas.

Es una investigación que parte de esos microorganismos, algunos nativos que hacen parte de la microbiota nacional y requieren de permisos ambientales de uso, y otros de una cepa comercial que se adapta para remediar aguas residuales de la industria alimentaria. “Estas microalgas se alimentan de los contaminantes de las aguas residuales y los dejan inmovilizados en esas células al reproducirse, de ahí se forma una biomasa que se reutiliza y sirve como biofertilizantes, por ejemplo, para mejorar suelos”, explica la profesora Arroyave, coordinadora del Centro de ciencia y tecnología de la Facultad de Ingenierías.

Saberes distintos con propósito común

El trabajo de investigación comenzó hace años en la Universidad de Medellín con las profesoras Adriana Aristizábal, ingeniera química actualmente vinculada a EAFIT, y Lorena Cardona, ingeniera mecánica ahora en el Pascual Bravo. “Adriana es experta en los contaminantes que están en las aguas, Lorena es ingeniera mecánica y es quien nos ayuda a hacer los diseños de los reactores. Entonces yo les cuento a ellas qué necesitan las microalgas para crecer, estos microorganismos unicelulares que tienen características además de plantas, porque pueden hacer fotosíntesis, y Lorena me hace es la casita, los biorreactores, y generamos unas condiciones artificiales donde ellas puedan crecer y hacer la remoción de contaminantes en esas aguas”, dice Catalina.

Un equipo en el que cada una aporta su conocimiento y experiencia para llegar a un producto específico, unos biorreactores que suplen los tra-

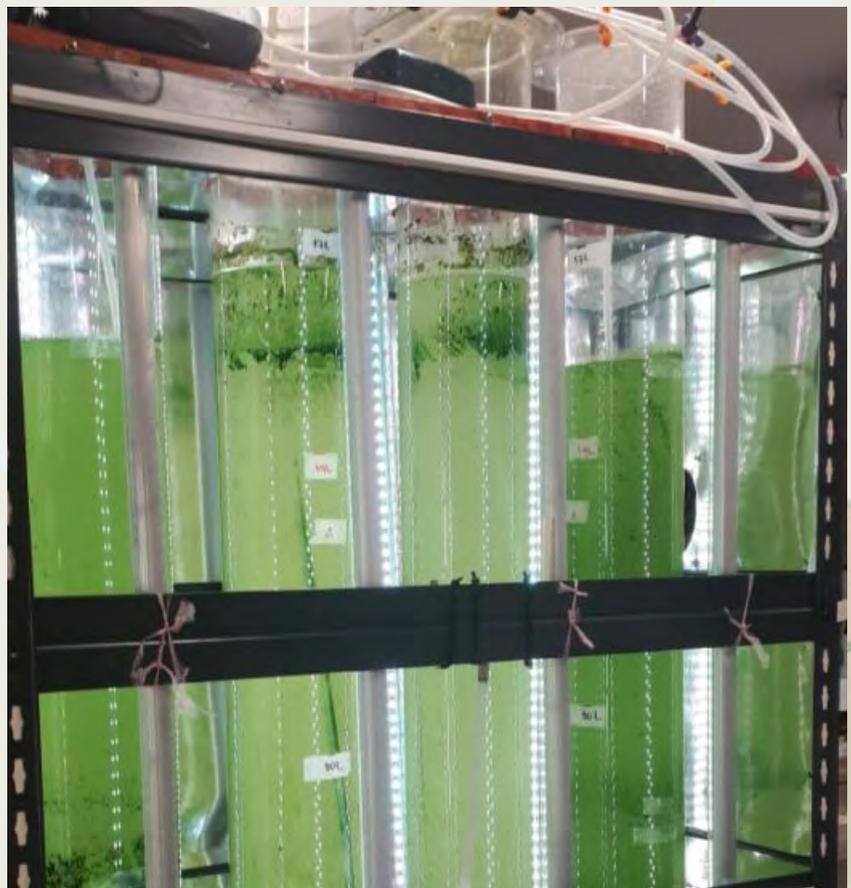
dicionales del mercado que suelen ser muy costosos. “A partir de elementos que conseguimos en Colombia construimos unos cilindros transparentes, con sensores para hacer monitoreo a las microalgas y ver cómo van creciendo”, explica Catalina y añade: “Las microalgas hacen fotosíntesis que requiere diferentes longitudes de onda. Le ponemos unas chaquetas led al cilindro para que le llegue luz a la microalga, le ponemos oxígeno, monitoreamos con los sensores para ver cómo se está comportando y si le gusta o no esa agua residual que le estamos adicionando. A veces le gusta y a veces no”.

Con ese proceso las microalgas crecen y generan un mayor número de células que al final producen un agua más limpia porque se remueven los contaminantes. El conjunto de células que se separa del agua es una biomasa que se convierte en una nueva materia prima que puede ser utilizada

para fabricar abonos o fertilizantes, o que puede tener otros usos en la industria de alimentos, en la industria cosmética. “Una de las cosas que hemos visto es que dependiendo de la longitud de onda que le pongamos, de la chaqueta led, va a incrementar o no un pigmento que puede tener un uso final”, aclara la profesora Catalina.

Apropiación de conocimientos previos

El sistema de cilindros que utiliza este proceso de investigación es la adecuación de un sistema que existe internacionalmente, pero es muy costoso. “Comenzamos con una estudiante de doctorado a hacer procesos de investigación con las profesoras Adriana y Lorena, que hacían parte del grupo profesoral de la Universidad de Medellín. A partir de proyectos internos fuimos creciendo, tuvimos



financiación del Ministerio de Ciencia y Tecnología, Minciencias, y pudimos financiar estudiantes de maestría y de pregrado”, dice Catalina y cuenta que cuando las profesoras se fueron para las otras universidades, esas instituciones también ayudaron con la financiación del proyecto, lo que permitió la maduración de la idea.

Anota la profesora que el tratamiento de aguas residuales tiene varias etapas, que parten de procesos químicos o físicos, conocidas como tratamientos primarios y secundarios que alcanzan a remover todos los contaminantes. De allí que el proyecto se enfoca en un tratamiento terciario, en el que los microorganismos son los encargados de remover los contaminantes que quedan de las dos etapas anteriores. Por ejemplo, “dependiendo de la naturaleza de las aguas residuales no se alcanza a remover toda la materia orgánica, los microorganismos se alimentan de esto como fuente de carbono, entonces ahí entran los microorganismos, lo mismo ocurre con el fósforo y el nitrógeno, que no se alcanzan a remover a través de procesos fisicoquímicos, los microorganismos sí lo hacen, lo secuestran y lo utilizan como alimento”.

De esta manera se evitan procesos costosos de descontaminación de las aguas, al tiempo que se genera un nuevo producto, las microalgas, como materia prima para diversas industrias. Los tratamientos tradicionales no tienen ese alcance, por lo que la industria suele valorarlos como gasto.

El valor de investigar

Si no se encuentran otros usos, los procesos de remediación de aguas pueden ser onerosos en la industria. Sin embargo, para las universida-

des no se pueden entender como un lastre porque se generan productos académicos, artículos científicos, y beneficios académicos. “En la universidad es fundamental investigar, la industria necesita generar innovación en sus procesos que derive en réditos económicos”, afirma la profesora y añade que “Cuando es solo el tratamiento, la ganancia está en la parte ambiental por las bonificaciones y para evitar sanciones, pero si además puede generar un valor adicional es muy útil para la industria”.

Esa es una de las razones por las que la relación entre la industria y la academia se ha fortalecido, aunque a veces pueda ser difícil, dado que los procesos en las universidades son más lentos que en el mercado. “Tenemos visitas de empresas a nuestros laboratorios en búsqueda de productos y soluciones” comenta la profesora y recalca en que “la producción del conocimiento tiene su propio ritmo”, que parte de proyectos de ciencia básica, construcción de conceptos y esfuerzos por entender los fenómenos, mientras que la industria no tiene tiempo para eso. De allí el potencial de la relación en la aplicación de los conocimientos desarrollados por la academia.

De la investigación a la innovación

En definitiva, el ciclo se cierra cuando la investigación soluciona

problemas reales. En este caso, el proceso se ha probado con aguas realmente contaminadas en la industria y no preparadas en el laboratorio. “Trabajamos con la empresa Pradolac en el desarrollo de la investigación, no son aguas creadas artificialmente para la experimentación; se hicieron varios lotes, trajimos las aguas residuales de la empresa, hicimos una climatización de la microalga a esas aguas residuales y fuimos viendo cómo iba mejorando. También lo hicimos con suero lácteo”, cuenta orgullosa.

Y no es para menos, significa que ya no son solo proyectos de investigación, sino de innovación: “Nos hemos reunido con varias empresas y hay una que está interesada para el escalado, se llama Ática, y a otras empresas les interesa hacer la aplicación de la tecnología, también porque esta microalga es capaz de remover sales”.

Claro, es que las normas cambian y ahora ya no basta con reportar las sales que se vierten, sino que es preciso removerlas. Ahí se abre otra posibilidad para las microalgas, pero seguramente seguirán encontrando muchas más alternativas de aplicación y de transferencia tecnológica. Ya evalúan, con ayuda de la Universidad de Barcelona, la posibilidad de generar ficocianinas para la industria farmacéutica, y seguro ahí no pararán, porque su inquietud y su gusto por la investigación no se detiene.○



Origen:	Proyecto de investigación
Investigadores UdeMedellín:	Catalina Arroyave Quiceno
Entidades participantes:	Minciencias, EAFIT, I.U. Pascual Bravo, Pradolac
Estado:	Terminado

El turismo, oportunidad de negocios sostenibles y rentables

Según Anato, la Asociación Colombiana de Agencias de Viajes y Turismo, en el primer semestre de 2024 llegaron al país 3,1 millones de visitantes. Eso representa un incremento del 8,5% en comparación con el mismo periodo de 2023. Y aunque aún no se alcanza la dinámica de antes de la pandemia, el turismo interno también sigue creciendo: en 2023 fue 20% más que en 2022, lo que indica que el año pasado 8% de los colombianos hicieron turismo dentro del país.

Sin duda, un renglón de la economía con buen presente, pero con perspectivas futuras aún más prometedoras. No en vano, en los talleres de construcción de la Agenda Antioquia 2040, en todas las subregiones y municipios el turismo apareció entre las principales fortalezas y aspiraciones económicas. Pero como suele ocurrir, así como trae oportunidades, también conlleva desafíos.

Así lo ha entendido la universidad desde el programa de administración de Empresas Turísticas y su Grupo de Investigación en Estudios del Turismo (GET), cuyo trabajo académico en las líneas de investigación en Gestión del turismo y Turismo, desarrollo y sociedad, ha permitido sistematizar datos y promover prácticas sostenibles a partir de propuestas como corredores verdes y laboratorios ciudadanos.

Modelos sostenibles, más allá de las etiquetas

La profesora Yuri Lorene Hernández Fernández explica que la investigación aplicada les ha permitido entender que con frecuencia las prácticas turísticas son más sostenibles de lo que se cree, salvo que no obedecen a una decisión consciente. “Hoy se habla de sostenibilidad y economía circular, pero el turismo ha trabajado con esos elementos sin darnos cuenta, sin calificarlo o etiquetarlo”.

Reconoce que es cierto que ha habido épocas y lugares en los que los turistas han llegado, consumido e ido, y han dejado basuras y desorden, pero advierte que eso es más raro cada vez porque se ha hecho un gran esfuerzo de educación,

empezando por los habitantes de los lugares turísticos, a quienes les han enseñado prácticas sostenibles y les han recomendado tomar decisiones que faciliten su aplicación. Son ellos los primeros que tienen que educar a los turistas en el respeto del entorno y la sostenibilidad, dice la profesora.

Sin embargo, sabe que no es suficiente: “Los operadores turísticos tienen que educarse y decir: ‘estos desechos se pueden transformar y generar empleo o economía’. Eso es lo que estamos haciendo en los territorios, enseñando desde asuntos prácticos cómo materializar los postulados de la sostenibilidad y la economía circular”, por esa razón “les hacemos entender que es muy importante ser sostenible para que eso se mantenga, para que eso prospere”. Generar desarrollo económico y social a partir de procesos de educación.

La imagen del territorio

Un activo importante en la ecuación tiene que ver con la imagen de los lugares con potencial turístico, un asunto que según la profesora Hernández debe cuidarse tanto desde el punto de vista de los lugareños, como del de los visitantes, razón por la cual las investigaciones académicas se proponen intervenciones concretas. Procesos de educación desde la escuela, el colegio, el barrio y las prácticas sociales para que los habitantes aprendan a conocer y proteger su territorio; a la par, un esfuerzo en sensibilización con quienes vienen a visitar esos atractivos para que los cuiden y ayuden a preservar.

Los grupos de investigación les proponen herramientas a quienes vi-

ven o se benefician del turismo, para que ayuden a garantizar que sus prácticas y las de quienes los visitan estén acordes con las necesidades. “Cuando hacemos turismo sostenible, economía circular, todo está articulado. Debo enseñar a los pequeños y a los grandes, a los pobladores y a los turistas o consumidores. Todos tienen que preservar lo que encuentran en el territorio, porque el beneficio es para todos”, enfatiza la profesora Yuri.

Conocimiento y beneficio para todos

La líder de investigación en turismo reconoce que el papel de la universidad es fundamental en los procesos de turismo sostenible, en tanto comparte conocimientos sobre modelos y prácticas razonables en la comprensión de lo que necesitan el sector, los territorios, las personas. “A partir de convocatorias de investigación, internas o externas, podemos llevar conocimiento a los municipios, a las comunas, a las poblaciones”.

La profesora Yuri explica que no se trata solo de llevar conocimiento, sino de construirlo con las comunidades: “Necesitamos comprender los territorios, su historia, su cultura, sus costumbres y sus rutinas. No podemos ir a un territorio sin conocer qué necesitan, cuál es la oportunidad y qué podemos aprender de cada territorio y comunidad”.

Un proceso que parte del reconocimiento y el fortalecimiento de la identidad de los territorios, que debe tener en cuenta otros factores habilitadores como la confianza y la seguridad. Así, se han adelantado proyectos exitosos en lugares tan diversos como el barrio Moravia de



Medellín o el municipio de Fredonia en el suroeste antioqueño, en donde además de valorar los potenciales turísticos se fomenta la economía local, se promueve el desarrollo de modelos de negocio basados en la producción de bienes y servicios a nivel comunitario, y también el fortalecimiento de procesos sociales, que beneficie a más personas.

Con ese mismo propósito y con igual convicción se avanza en un proyecto en el barrio Castilla de Medellín, en conjunto con las universidades del G8.

Gentrificación y prácticas complejas

Los procesos de investigación en los territorios han permitido evidenciar también prácticas como el turismo sexual, la gentrificación y otros asuntos complejos que no se pueden ignorar. Por eso desde la universidad se hacen diversas propuestas de intervención y

uso alternativo de los lugares y espacios turísticos que han concentrado este tipo de experiencias.

Propuestas que se soportan en el aprovechamiento de marcas de ciudad o de atractivos para resignificar y motivar usos alternativos. “Ir a Provenza, por ejemplo, en el día. Es un espacio donde puedo identificar dinámicas artísticas y culturales. Aprovechar lo que hay allí para que sea más dinámico, que se pueda ir con la familia, aportar a la transformación de las prácticas y costumbres”.

Un modelo de turismo sostenible debe contemplar todas las alternativas y las variables para que sea más rentable. Se deben valorar los lugares con sus productos, su gastronomía y sus costumbres al mismo nivel que los atractivos; reconocer las normas, el ecosistema y los actores, pero también las vulnerabilidades para ejercer la actividad con responsabilidad. Adicionalmente, la profesora hace

hincapié en que es necesario tener en cuenta a la comunidad del lugar porque es la primera que se afecta positiva o negativamente con estos proyectos. “Los modelos de gestión turística, hoy en día, entienden que la comunidad hace parte fundamental en la transformación y el quehacer de un proceso sostenible y dinámico”, dice Yuri Hernández.

Está segura de que el turismo puede ser sostenible y rentable, que ayude a transformar vidas y lugares. Por eso comparte la convicción con sus alumnos en los proyectos de aula y en los semilleros de investigación, porque sabe que los procesos sociales toman tiempo, pero suelen dar resultados. ○

Origen:	Proyecto de investigación
Investigadores UdeMedellín:	Yuri Lorene Hernández Fernández y Carolina Marcela Perla Lopera
Entidades participantes:	N/A
Estado:	Terminado

Índice de Economía Circular, una herramienta para medir y avanzar

En el entorno empresarial, como en los mercados, cada vez hay mayor conciencia de la necesidad de medir para conocer y tomar decisiones. Los índices son herramientas para evaluar, conocer el estado de la gestión, comparar con el entorno y, lo más importante, tomar decisiones para mejorar el desempeño a partir de los indicadores valorados. En ese espectro, una gama que va ganando espacio en el mundo empresarial, y que reta a la academia, es la de los índices sectoriales.



Herramientas de medición del desempeño de las industrias desde diversas categorías de interés, que permiten seguimientos específicos, fijación de metas empresariales y sectoriales, así como lecturas e interpretaciones de los cambios, que en muchos casos se reflejan en las decisiones propias, pero también en la adhesión o no a decisiones de los gobiernos, los gremios y los colegas.

El medio y la universidad

Apelando tal vez a la premisa recurrente de que “lo que no se mide no se conoce”, la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia se propuso construir un instrumento de medición que le permitiera conocer el estado de alistamiento de las empresas antioqueñas en relación con la economía circular. Como la institución sabía que se trataba de un propósito ambicioso, decidió, primero, acotar el ámbito de estudio a dos sectores específicos: los clústeres de Hábitat Sostenible (construcción – infraestructura) y Moda y Manufactura avanzada (moda – textil – confección), dos sectores fundamentales en la economía de la región y del país en los que se genera un importante número de empleos, pero también un considerable volumen de residuos y desperdicios. Posteriormente tomó la decisión de apoyarse en la academia para llevar a cabo su propósito.

En respuesta a ese desafío, y convencidos de la necesidad de un indicador que permitiera saber qué tan implicadas están las empresas antioqueñas en la economía circular, un equipo de profesores de la Facultad

de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Medellín se dio a la tarea de construir un índice que fuera útil, aplicable y accesible para cualquier empresa, sin importar el tamaño.

Un índice con sello propio

José Alejandro Cano Arenas, Abraham Allec Londoño Pineda y Emiro Antonio Campo Tibacuy, acudieron al llamado de la Cámara de Comercio, con la certeza de que cuando la industria busca a la academia es porque reconoce sus fortalezas y su misión en el entorno. Además, porque cada inquietud del medio se traduce en nuevas preguntas de investigación, nuevos problemas que resolver desde el conocimiento aplicado.

La Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia buscaba darle un mayor impulso a la economía circular, como práctica de sostenibilidad y responsabilidad, pero se encontró con una verdad contundente: era preciso saber primero cómo estaban las empresas en esa materia, cuál era el grado real de alistamiento para implementar las estrategias. La Universidad de Medellín propuso un instrumento, una metodología propia que sirviera para medir ese estado de alistamiento y la factibilidad o no de la implementación de las estrategias que les proponía el gremio a las empresas de Medellín y el Valle de Aburrá.

De lo particular a lo general

Como resultado del proceso académico y la interacción con el gremio y las empresas, conocer los flujos de materiales, los usos del agua y de la

energía, el manejo de residuos, etcétera, se logró el diseño de un índice útil para medir el grado de alistamiento de cualquier tipo de empresa, pero que al escalarlo da cuenta del estado de la cadena de suministros, considerando los diversos habilitadores de la economía circular y sus resultados. Así, a través de una muestra significativa se hace la medición por empresas, luego se escala a una agregación de los resultados de esas empresas y se puede obtener un índice sintético que refleja el clúster.

Una medición por empresas, pero con una muestra representativa, orientada y con participación de todos los actores de la cadena de suministros, lo que permite tener un índice agregado que resume el estado del clúster en su conjunto. El Índice de Economía Circular está construido de tal forma que permite su lectura por capas, que se puede observar de manera global o hacer *zoom* en una empresa específica. En el futuro, seguramente podrá ampliar su espectro



para medir el grado de alistamiento o implementación de la economía circular en una región o en un país.

Lo que se busca, dice el profesor José Alejandro Cano, es que la investigación académica sea más aplicada al entorno y tenga mayor impacto, “que tenga un impacto sobre las empresas. No quedarnos solamente en la parte teórica, sino lograr un impacto directo en el entorno empresarial”. En otras palabras, la universidad comprometida con la sociedad.

En esa interacción con el mundo productivo “cada vez son más retadores los problemas que nos encontramos en las empresas, pero también cada vez es nuevo el conocimiento que vamos adquiriendo. Nos apoyamos en estudiantes y en colegas para poder seguir las dinámicas empresariales y dar soluciones pertinentes”, apunta el profesor Cano.

Con esa convicción se definió una muestra de 528 empresas que incluyen micro, pequeñas, medianas y

grandes industrias, para aplicarles el instrumento y consolidar así el índice de alistamiento de Economía Circular. El resultado de un proyecto de investigación que nació como respuesta a la necesidad urgente de disminuir la presión ambiental sobre los rellenos sanitarios, mitigar la emisión de gases contaminantes, minimizar los residuos y fomentar de manera decidida las estrategias de economía circular, en cada empresa, para que ello tenga un impacto en el sector, en la región, en el ambiente.

No inventar la rueda

Establecer ese índice implicó en principio una revisión de metodologías y teorías, la construcción de un estado del arte para identificar qué se está trabajando en esa materia en el mundo y cómo se está abordando la medición de la economía circular en empresas. Esa investigación permitió identificar que las mediciones suelen hacerse más a nivel macro

de región o de país, pero no a nivel de empresa. Lo que los investigadores identificaron entonces fue una oportunidad, la construcción de un instrumento objetivo que se pudiera utilizar en nuestro entorno y con nuestras particularidades empresariales cimentadas mayoritariamente en pequeñas y medianas compañías.

Un reto adicional era que el instrumento resultara entendible para cualquier tipo de empresa, una herramienta sustentada con rigor académico, pero no con lenguaje académico ni técnico. En eso, reconoce el profesor Cano, fue fundamental el apoyo de la empresa que ayudó en la aplicación de las encuestas como instrumento de recolección de datos, en el equilibrio de hacer entendible el tema sin renunciar a los objetivos ni al rigor científico.

El proceso arrojó respuestas tanto cualitativas como cuantitativas, lo que implicó un ejercicio de estandarización, “por eso hablamos de un índice —explica el profesor Cano—, no un indicador de economía circular sino un índice que es el resultado de la agregación de diferentes indicadores individuales”. Un índice que se expresa en letras, una calificación por empresa que va desde la C a la AAA y manifiesta qué tan alistadas están, en materia de economía circular. Por ahora es una provocación, una invitación a medir para conocer y mejorar.



Origen:	Proyecto de investigación
Investigadores UdeMedellín:	José Alejandro Cano Arenas, Abraham Allec Londoño Pineda y Emiro Antonio Campo Tibacuy
Entidades participantes:	Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia
Estado:	Terminado

La recuperación del fósforo, de contaminante a materia prima

Decir que el fósforo es un mineral indispensable para la vida puede generar alguna duda por la contundencia de la afirmación, pero cuando se recuerda que está presente en cada una de las células de nuestro organismo, no solo en los huesos y en los dientes, se dimensiona de otra manera. Nuestros genes tienen fósforo porque lo necesitamos como fuente de energía y motor de procesos químicos esenciales.

Como lo consumimos en los alimentos, es esencial en la producción de fertilizantes, el fortalecimiento de la producción agrícola, el rendimiento de los cultivos, el mejoramiento de la calidad de suelos, es decir, es clave en materia de seguridad alimentaria. Pero el exceso de fósforo en el agua genera un fenómeno conocido como eutrofización, una contaminación exagerada, que se evidencia en el crecimiento de algas en la superficie. Esas plantas, como el buchón de agua o el lirio acuático, forman una película que evita que los rayos de luz solar lleguen al fondo de los ecosistemas acuáticos, impide los procesos fotosintéticos en esos ambientes y, a la postre, provocan mortandad de peces y otras especies. De modo que un elemento vital, verdaderamente esencial, cuando aparece en exceso se convierte en una amenaza para la vida.

Un elemento que se puede reutilizar

Un detalle no menor es que el fósforo es un elemento finito. Eso quiere decir que se va a acabar. La roca fosfórica que se utiliza para la producción de fertilizantes se va agotando y cuanto más crece la población, más alimentos demanda. La producción de alimentos para atender esa necesidad, requiere del fósforo. De ahí la doble importancia de su recuperación, en claro ejemplo de economía circular: se evita la contaminación que produce y se reutiliza en la fabricación de los fertilizantes que necesitamos.

Por eso el grupo de investigación de materiales con impacto, desde la línea de investigación “sostenibilidad

y energía circular”, que lidera la profesora Nancy Yamile Acelas Soto, se propuso la remoción y recuperación del fósforo en aguas residuales. La meta es reutilizar eficientemente un elemento que se está agotando, y que necesitamos tanto.

La explotación ha agotado la roca fosfórica, reduciéndola a depósitos sedimentarios en áreas de África, Estados Unidos, China y el Medio Oriente. La mayor concentración está en Marruecos. La recuperación de fósforo disminuye entonces la presión sobre los mercados y mejora el abastecimiento como materia prima para abonos u otros productos de la industria alimentaria.

Remover para dar una nueva oportunidad

La industria genera aguas residuales cargadas de fósforo, pero también en nuestras casas las aguas residuales lo contienen porque está presente en el uso de jabones y otros productos domésticos, así como en los alimentos que consumimos. El sistema de alcantarillado conduce la mayor parte de esas aguas a las plantas de tratamiento en donde existen procedimientos para retirar el fósforo. Pero el método y el propósito del grupo de investigación va más allá: “En nuestras investigaciones estamos desarrollando métodos que permitan que removamos el fósforo de esa agua, evitemos la eutrofización, pero adicionalmente nuestra metodología permite que ese fósforo que se remueve del agua lo podamos aplicar como fertilizante”, detalla la profesora Nancy Yamile Acelas, en clara alusión a un proceso de economía circular basado en la reutilización de un elemento indispensable para la vida.

La profesora explica que su interés en el proceso de remediación de aguas comenzó impulsado por las inquietudes que tenía al inicio de su doctorado en química. La gran cantidad de contaminantes en las aguas residuales era suficiente para inspirar procesos de investigación, pero verificar en ellas el exceso de un elemento finito la motivó más. Supo entonces que, aunque inminente, no era una problemática tan evidente y por eso merecía la pena trabajar en ella. Ya en el camino, fue encontrando con quien compartir su inquietud como investigadora, la primera fue la profesora Elizabeth Flórez, quien siempre la ha inspirado y acompañado; luego su colega Angélica Forgionny, a quien entre ella y la profesora Flórez le dirigieron el posdoctorado, después muchos estudiantes y colegas que se interesaron a partir de los más de 40 artículos académicos que han surgido del proceso, y de tanto adentrarse en el tema se fue conectando con gente alrededor del mundo que está interesada en la recuperación del fósforo. Así conoció plataformas colaborativas en las que se comparten avances, metodologías, desarrollos que van surgiendo y que están dirigidos a la mitigación de la contaminación por fósforo.

Transformar para aprovechar

En los depósitos de aguas abundan los residuos agroindustriales, cáscaras de frutas, de huevo y de otros alimentos, restos de aserrín, diversos elementos que vienen de las industrias. “Empezamos un proceso de transformación de esos residuos para buscarles aplicación en remediación de aguas. Lo que hicimos fue transformar los residuos en materiales

absorbentes que, mediante el proceso de absorción, son capaces de remover los contaminantes cuando están en contacto con el agua”, detalla la profesora y agrega que “normalmente esas cáscaras o esos residuos van a un relleno sanitario, aquí los estamos reutilizando, transformando y dando un valor agregado. Entonces ahí tenemos economía circular desde el punto de vista económico y desde el punto de vista ambiental, porque se está contribuyendo también a mitigar el problema de disposición de residuos”.

Agrega Nancy Acelas: “Hemos diseñado diferentes tipos de materiales que sean selectivos a remover diferentes tipos de contaminantes, porque en el agua hay colorantes, metales pesados, fósforo, antibióticos y muchos otros elementos, entonces hemos diseñado en el laboratorio materiales para que cuando los coloquemos en contacto con el agua, sean capaces de remover cierto tipo de contaminantes específicos”. Pero en el caso del fósforo hay un paso adicional que se sustenta en la economía circular, además de que se prolonga uso en el tiempo, se absorbe para luego convertirlo en materia prima de modo que el residuo se dimensiona de otra manera y se le da otro uso, cerrando el ciclo.

Se trata de la aplicación de *biocomposites*, materiales compuestos o biocompuestos para la remoción y recuperación del fósforo en aguas residuales que representa ventajas técnicas, ambientales y económicas sobre métodos convencionales de tratamiento como la absorción mediante materiales sintéticos, al mismo tiempo que impulsa procesos de investigación académica, desafíos al conocimiento y ampliación del mundo de la ciencia.

El final se ve lejano

Sin embargo, la profesora Acelas no se da por satisfecha. Considera que aún hay muchas preguntas por resolver, muchas cosas por explorar y muchos experimentos por hacer. “Queremos hacer transferencias tecnológicas, ya estamos produciendo en la planta, no a nivel de gramos sino de kilogramos, materiales para producir filtros”, dice con orgullo. Y tiene porqué sentirlo, sabe que cada paso representa un gran avance, de gramos a kilos, y está convencida de que la investigación académica, el conocimiento que se produce en la universidad, debe ser útil para solucionar problemas y necesidades de la sociedad. 



Origen:	Proyecto de investigación
Investigadores UdeMedellin:	Nancy Yamile Acelas Soto, Elizabeth Flórez Yepes, María Angélica Forgianny Flórez
Entidades participantes:	Minciencias, Cenipalma, CINVESTAV, Ruta N
Estado:	Terminado



Uso inteligente del agua, el manejo circular de un recurso vital

Reutilizar, recircular, aprovechar, mejorar la calidad son conceptos de la economía circular que se aplican perfectamente al manejo eficiente del agua. Un tema que involucra diversos aspectos y teorías, que ha sido abordado por los grupos de investigación y recursos hidráulicos de la Universidad de Medellín desde la óptica de soluciones basadas en la naturaleza. El profesor Rubén Darío Montoya Ramírez, doctor en ingeniería del aprovechamiento de recursos hídricos y líder del grupo de investigación de ingeniería civil, explica que este tipo de soluciones busca alternativas basadas más en los propios recursos que en estructuras pesadas o de concreto.

Cuenta que cuando los huracanes Iota y Eta pasaron por el archipiélago de San Andrés generaron graves impactos ambientales que, sumados a la variabilidad climática, hicieron que una especie de cangrejos que representaba el sustento de un grupo de pescadores empezara a desaparecer. “Planteamos un proyecto mediante unas estructuras que trataban de simular la infraestructura marina, el ambiente que requería esa especie para reproducirse y volver al ambiente”. La idea era recuperar el ambiente, repoblar la especie y mejorar la economía de los pobladores.

El profesor Montoya explica que en las soluciones basadas en la naturaleza no basta con utilizar las especies nativas, la vegetación u otro tipo de biodiversidad, sino que también deben generar un beneficio económico y social para la comunidad a partir de regenerar para mejorar condiciones de vida.

Sistemas de drenaje sostenible

Las inundaciones urbanas son un problema global, sobre todo en geografías como las del Valle de Aburrá, caracterizada por ser un valle profundo. Una manera de enfrentar ese problema, desde la óptica de soluciones basadas en la naturaleza, son los sistemas de drenaje que buscan disminuir o disipar las crecientes que se presentan durante tormentas extremas.

“Se trata de retener parte de esa lluvia para que no llegue a los alcantarillados, a las vías, a los ríos ni a otras infraestructuras para inundarlas”, comenta el profesor y añade que

muchas veces lo que se hace es retener el agua mientras pasa la tormenta y casi todas se basan en favorecer la infiltración del líquido en el subsuelo para que esa cantidad de lluvia no llegue a provocar las inundaciones. Lo que se procura hacer es que no toda el agua se convierta en escorrentía directa, evitar que la lluvia llegue más rápido al sistema de alcantarillado y supere su capacidad.

Casi todos los sistemas de drenaje sostenible son construidos a partir de estructuras con vegetación, humedales y componentes naturales, diseñados para favorecer la infiltración. Montoya reconoce que a primera vista en estos sistemas no es evidente el beneficio económico, pero advierte que este “puede medirse calculando cuántos costos sociales, económicos o de infraestructura generan las inundaciones”, el beneficio es lo que se deja de invertir en reconstrucción y atención de emergencias.

Estructuras para prevenir y reutilizar

La propuesta del profesor Montoya es construir estructuras para retener el agua y evitar que llegue tan rápido a los equipamientos propensos a ser inundados. Una opción es retener el agua mientras pasa la tormenta y luego retornarla lentamente al sistema, otra opción es infiltrarla de una vez al terreno.

Lo óptimo sin embargo es reutilizar esa agua con otros propósitos, haciendo una recirculación eficiente. “Con un sistema de recirculación se puede capturar el agua lluvia y utilizarla para lavar el carro, la ropa, usarla en los sanitarios. Es muy probable que no la use para consumo porque

habría que hacer otros procesos, pero puedo darle muchos usos y a la vez estoy contribuyendo a mitigar las crecientes y las inundaciones en un claro ejemplo de economía circular”.

Una solución con muchos desafíos

El ingeniero Montoya reconoce que este tipo de soluciones plantea retos como la consecución de espacios, mayores costos constructivos, adecuaciones o repotenciones, y aunque los tanques se pueden implementar enterrados, necesitan sistemas de bombeo para aprovechar el agua. “Eso hace que no sean tan populares o no se implementen completamente porque se depende del espacio y de los recursos que se tengan”.

Aclara que este tipo de sistemas se hace más viable si se consideran desde el diseño inicial de la obra. La buena noticia es que “eso ya sucede, algunas edificaciones cumplen con certificaciones LEED y empiezan a pensar en esto. Medellín está girando hacia estas tecnologías, aunque todavía tenemos mucho por trabajar en temas de diseño, hacerlos factibles en las nuevas edificaciones, para que se puedan considerar los costos de este tipo de infraestructuras”, costos asociados a la construcción, pero también al mantenimiento de los sistemas.

Implica entender que los retornos a veces pueden ser más lentos o pueden diferirse en el tiempo. Montoya opina que implementar esas soluciones ayuda a disminuir los costos asociados a la atención de inundaciones y mantenimiento de sistemas, un asunto que debería valorarse y traducirse en beneficios tributarios, por ejemplo, para quien los haga. Un desafío normativo

que tendrá que asumirse para facilitar los sistemas de drenaje sostenible y otras soluciones.

Proyectos académicos que sirven al mercado

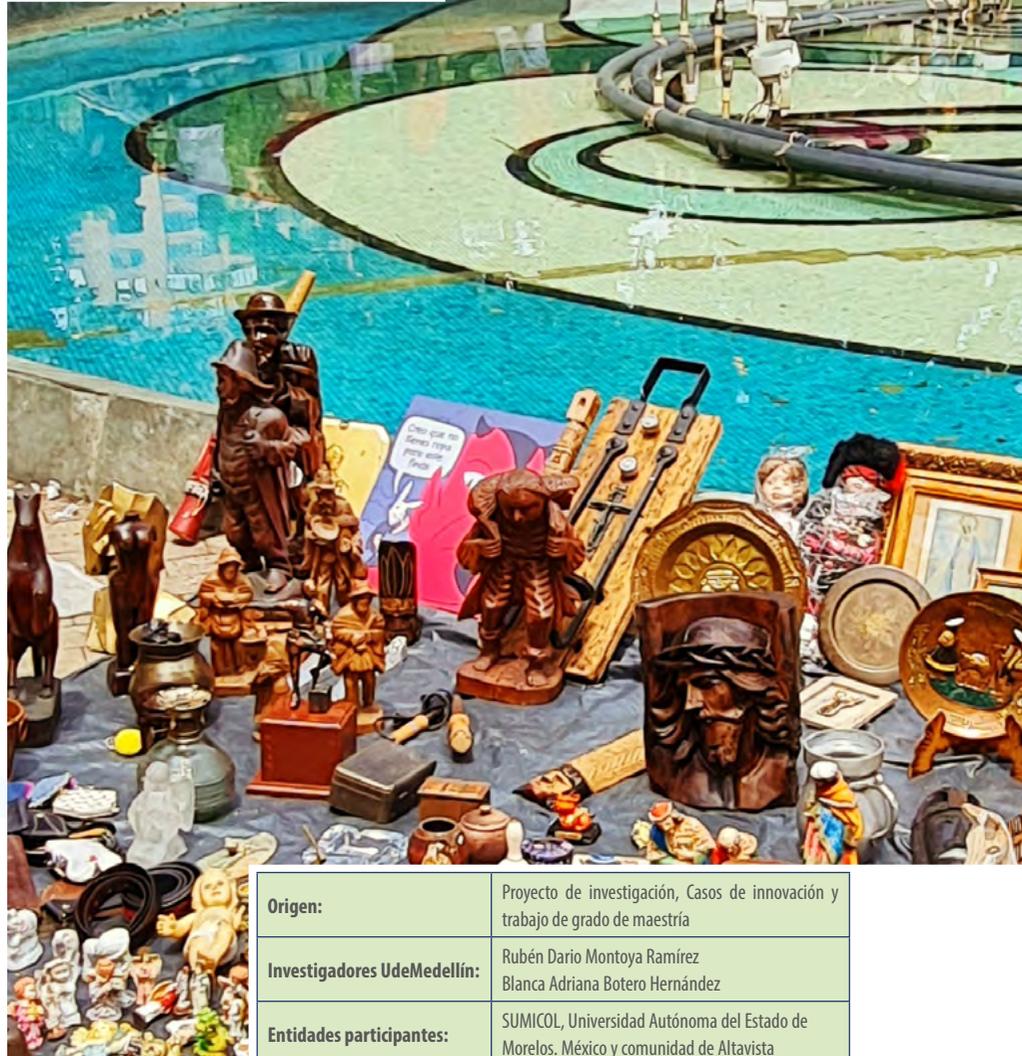
Además del impacto académico de estas investigaciones, la universidad ha adelantado proyectos específicos con empresas, en los que además del manejo eficiente del agua se propone la utilización de herramientas y tecnologías de la información para el monitoreo y control.

Cuenta el profesor que hicieron un proyecto en una empresa muy importante que captaba el agua de un río para usarla en procesos industriales. Luego esas aguas llegaban a unos tanques de almacenamiento en donde se hacía un proceso para eliminar parte de los sedimentos, para luego retornarla al río. El proyecto facilitó la recirculación y reutilización del agua mediante el mejoramiento del diseño de los tanques y evitó vertimientos.

En ese proyecto “se combinaron estrategias inteligentes del manejo del agua, se tenía un sistema que permitía apagar y prender las bombas, la información se podía subir a una nube para almacenar los datos, se podían medir ahorros de agua, cantidades de agua tratada en la planta y cantidad de aguas recirculadas”, un sistema automatizado de monitoreo y control que aporta en eficiencia.

El grupo sigue formulando proyectos de manejo inteligente de los recursos hídricos. Investiga y procura generar nuevo conocimiento para la academia, para la industria y para la sociedad. Poner el tema en la agenda pública y procurar que se discuta como un asunto vital para una ciudad como Medellín.

Un proyecto en ciernes involucra a la comunidad de Altavista, en donde se espera construir un sistema de drenaje sostenible que permita evaluar estrategias de mitigación ante el cambio climático, sustentadas en soluciones basadas en la naturaleza, que además involucren a la comunidad. “Es trabajar de forma cooperativa con la comunidad, aprender de ella, que ella aprenda de nosotros, y demostrar que podemos implementar estrategias de bajo costo o de la vida cotidiana que contribuyan a disminuir las crecientes e inundaciones”, puntualiza Montoya. ○



Origen:	Proyecto de investigación, Casos de innovación y trabajo de grado de maestría
Investigadores UdeMedellín:	Rubén Darío Montoya Ramírez Blanca Adriana Botero Hernández
Entidades participantes:	SUMICOL, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México y comunidad de Altavista
Estado:	Terminado + proyecto en ejecución

Valoración técnica, económica y ambiental de materiales para las vías terciarias

Se estima que la red vial de Colombia es de cerca de 206 mil kilómetros de carreteras, distribuidas en vías primarias que están a cargo de la nación, secundarias que son de los departamentos y las terciarias, es decir, las de los municipios. Los casi 18.400 kilómetros de vías primarias representan el 9 % de la red, mientras que las secundarias alcanzan el 22 %, lo que quiere decir que, con más de 142.200 kilómetros, las vías terciarias constituyen el 69 % del sistema de carreteras.



Hablar de vías terciarias es pensar en la mayor parte de las carretas del país, que involucran comunicaciones, comercio y acceso a bienes básicos como la salud, la educación o la seguridad para los lugares más apartados de la geografía nacional. En el mejor de los casos, es pensar también en la integración con los grandes centros urbanos, lo mismo que con otros municipios vecinos. Sin embargo, las distancias, las dificultades del terreno derivadas de la topografía, la falta de presupuesto en los municipios y otras variables, hacen que el estado de esas vías sea complejo y que la intervención en ellas resulte demasiado onerosa.

Calcular los costos de esas intervenciones implica a la vez una valoración desde el punto de vista económico, técnico y ambiental. Análisis que históricamente se ha hecho por separado, aunque vale decir que la evaluación de impacto ambiental es relativamente nueva. Con el propósito de ganar en eficiencia, la profesora Alejandra Balaguera Quintero, ingeniera ambiental y doctora en ingeniería, empezó a construir una propuesta de medición de ecoeficiencia de diferentes materiales alternativos para utilizar en las vías terciarias que relaciona desde el principio las tres variables: la ambiental, la económica y la técnica.

La profesora Balaguera explica que “Típicamente se hacen las evaluaciones de manera independiente: una evaluación ambiental, para verificar el impacto; o una técnica, para evaluar la calidad del material y verificar que sea el apropiado para aplicar en ese campo, o se mide la viabilidad económica para saber si realmente vale la pena

en términos monetarios. La idea es medir las tres variables de una sola vez, ganando en eficiencia. La propuesta es correlacionar las tres variables, que permita tomar la decisión más integral”.

Aunque representen el mayor número de kilómetros, este tipo de vías es el más abandonado en el país, porque se les da prioridad a otras. Las terciarias son las que están en los lugares de más difícil acceso, a los que resulta muy complejo y costoso llevar los materiales tradicionales. “Por eso se buscó como alternativa una serie de materiales diversos, que se pudieran encontrar en las zonas, y que se pudieran utilizar o aplicar como estabilizantes en ese tipo de suelos”, detalla la profesora. Esta práctica ayuda a reducir los costos de transporte, al tiempo que facilita la adquisición de materiales alternativos sin perder características de resistencia o funcionalidad.

La lectura paralela de las tres variables aporta eficiencia porque el factor económico implica un reto para acceder a materiales novedosos que disminuyan las distancias de

traslado. Comenta la profesora Balaguera que “La calidad técnica no es negociable, está reglamentada y tiene parámetros que se deben cumplir. No se puede utilizar un material que a los tres o cuatro meses haya que sustituir, porque se afecta la viabilidad económica y la técnica; y entonces si hay que explotar más material implica otros impactos ambientales que no se habían calculado”.

La toma de decisiones más consciente y eficiente es el resultado final de aplicar el modelo de valoración que propone la profesora Balaguera, en el que todas las variables se suelen considerar, para determinar si se utiliza o no un determinado material alternativo. Así lo define la profesora Balaguera: “Tomar una decisión en función de las tres variables, que nos permita decir, bueno, elijamos materiales, que nos permitan cumplir las tres condiciones”.

Un proceso en el que se han involucrado otros docentes y algunos estudiantes, como auxiliares de investigación, buscando la validación desde cada área específica: los componentes económicos, los procesos



constructivos y las diversas miradas y enfoques sobre los impactos ambientales. Se busca la mayor experticia posible para procurar sinergias que hagan más eficiente la valoración de los materiales alternativos.

Se trata de una mirada pragmática que también busca cambiar paradigmas, “que la parte ambiental no la sigamos viendo como un obstáculo, sino que se vuelva un aliado nuestro. Cuando uno lo vuelve un aliado, dice: qué bueno encontrar material particular que tenga beneficios técnicos, económicos y resulta que también tiene beneficios ambientales. Entonces estamos prestando un servicio a nivel ambiental, pero también social, porque al final las consecuencias las vamos a sufrir nosotros como sociedad”, dice la profesora Balaguera y propone mirar el aspecto ambiental con más cariño, no como un problema sino como parte de la solución.

En el mundo cada vez hay mayor atención a las variables ambientales, así que tener en cuenta este aspecto abre oportunidades en el concierto internacional. El instrumento de medición que la profesora Balaguera y su equipo han desarrollado es una herramienta integral que supera las mediciones intuitivas y se afina en los datos, que permite cuantificar im-

pactos ambientales. “Que se puedan establecer intervalos de medición, como en muchos escenarios en la norma, y decir: este impacto es alto o no, porque estoy generando concentraciones considerables que se salen de la norma o están dentro de ella”, explica Alejandra Balaguera. La idea es que en el marco normativo local se puedan incorporar las variables de medición y determinar el nivel real del impacto en cada uno de los proyectos, agilizar las obras y favorecer a las comunidades.

Aunque no pretende desconocer la metodología basada en la experiencia, que se ha usado hasta ahora, el proceso de investigación busca estandarizar la medición ambiental, reducir el nivel de subjetividad llevando la medición a valores numéricos, como ocurre con las evaluaciones técnicas y económicas, pero además leerlas simultáneamente para ganar en tiempo y eficiencia. Actualmente, explica la profesora Alejandra, “el alcance de la metodología, en un contexto local, permite específicamente cuantificar y comparar. Medir el impacto ambiental del material X y compararlo con el impacto ambiental del material Y. Entonces ya sé, en términos comparativos, cuál me puede generar, por ejemplo, un calentamiento global mayor.

Establecer esos intervalos de medición permitirá, además de comparar, tomar decisiones que faciliten los procesos constructivos, sobre todo en los lugares de más difícil acceso en el que se deben considerar diversos materiales. Una valoración en la que ya no es suficiente considerar si un material es costoso o no, o si es viable en términos técnicos, asuntos que están muy claros en la norma, sino que además tiene que demostrar su implicación ambiental. El país ha incorporado parámetros de sostenibilidad internacionales que han funcionado en otros lugares y que al aplicarlos acá han demostrado su efectividad, sobre todo en términos de prevención, minimizando los impactos.

La profesora Balaguera concluye que su metodología de valoración es además una herramienta para los procesos de certificación *LEED*, *ISO* y otras que involucran las mediciones de ciclo de vida de los materiales, de modo que se promueva un modelo constructivo más sostenible. Sin duda, un aporte de la academia al entorno, en el que se preparan profesionales más dispuestos a innovar y a buscar soluciones alternativas frente a los desafíos del medio, que cada vez reclama mayor potencialidad y nuevos usos de los materiales. ○

Origen:	Tesis doctoral
Investigadores UdeMedellín:	Alejandra Balaguera Quintero
Entidades participantes:	Unión temporal Innovial – Colciencias (hoy Minciencias)
Estado:	Terminado



LABORATORIO VIVO, modelo agroecológico ambiental para replicar



El barrio Las Independencias es uno de los veinte que componen la Comuna 13 de Medellín, barrios que los fueron formando en las laderas del occidente de la ciudad familias que en su mayoría huían de la violencia y la falta de oportunidades en las zonas rurales, no solo de Antioquia, también de otras zonas del país, asentamientos que fueron creciendo de manera desordenada y con condiciones precarias. A comienzos del siglo, el barrio y la comuna fueron escenario de la disputa territorial de actores violentos y de la más temible operación militar urbana de nuestra historia: Orión.

Sin ataduras con el pasado

Con la convicción de que el pasado no nos define, sino que debemos gestionar el futuro, las organizaciones sociales de la Comuna emprendieron un trabajo cultural, asociativo, comunitario que obligó a la ciudad a mirar hacia allí. Así, como parte de la transformación urbana de Medellín se construyeron las escaleras eléctricas, que además de facilitar la movilidad en el sector, se convirtieron en eje impulsor del turismo local, y se han promovido diferentes iniciativas para mejorar las condiciones de vida de quienes habitan el lugar.

Algunos líderes de la Fundación Comuna Project buscaron a la Universidad de Medellín con la idea de conocer y replicar el modelo de Campus Vivo, que se gestó dentro de la institución por iniciativa de la profesora Dora Luz Delgado Gómez, pero con sentido de laboratorio, de centro de experimentación y aprendizaje continuo. Fue así como comenzó un trabajo conjunto de diálogo de saberes y de compartir experiencias que llevó al montaje y operación de una ecohuerta que genera y ha motivado la apropiación de técnicas de manejo de residuos por parte de la comunidad. Aprendizajes construidos de manera colectiva porque, como dice la profesora, “No es lo que nosotros queramos llevarle a la comunidad, es escuchar e identificar lo que necesitan y quieren; nosotros también aprendemos”.

Campus vivo, más que una marca

En la universidad es común hablar del Campus Vivo, pero lo que no todo el mundo tiene en claro es que surgió en un aula de clase de los estudiantes de Ingeniería Ambiental en un curso dirigido por la profesora Dora Luz Delgado. Fue ella quien retó a los alumnos a pensar: “¿Cómo nuestro campus le puede contribuir a la sostenibilidad del territorio?”. Un proyecto de aula que motivó una serie de reflexiones sobre las potencialidades de un campus con un área natural llena de potencialidades que alberga una gran biodiversidad y que puede ayudar a desarrollar estrategias de adaptación al cambio climático, de restauración, de ecosistemas, de gestión de residuos y de producción de alimentos.

De ese proceso académico, de aula, surge la idea de implementar una huerta agroecológica. Esa fue la semilla, pero no era suficiente. La profesora empezó a gestionar apoyos y fue sumando voluntades desde la Facultad de Ingenierías hasta la rectoría, para fortalecer la huerta, lo que además llevó a un proceso de conocimiento y apropiación de las 36 hectáreas del campus y a buscar estrategias más sostenibles para habitarlo mejor. Implica un sistema más eficiente de manejo del agua,



un sistema de aprovechamiento de residuos para la producción de abono agroecológico y una estrategia de restauración ecológica y de regeneración de un área boscosa que tenemos en la universidad. La cosecha, podemos decir, es el sistema de gestión de la sostenibilidad, campus vivo, que se convirtió en marca de la universidad y que involucra a diversas dependencias y procesos.

El resultado de una suma de voluntades y de la inspiración de una profesora dentro y fuera de las aulas, un sueño al que muchos –directivos, profesores y estudiantes– se fueron sumando. Ya no era uno, eran muchos proyectos de aula. Comenta Jorge Luis Gallego Zapata, discípulo de Dora Luz y actualmente profesor y coinvestigador con ella: “Empezaron a involucrarse en otros temas, en gestión de residuos, en la biodiversidad, en la creación de estrategias que sirvan para los procesos de enseñanza, pero que a su vez le dejen al campus un producto o un proceso que la universidad pueda utilizar, pueda aplicar o que sea un proceso de transferencia. Además de generarse una estrategia de sostenibilidad para el campus, también se convirtió en una estrategia de proyección y apropiación social del conocimiento”.

Del aula a la ciudad y la región

En la medida en que se va consolidando el proceso, la universidad se convierte en referente y empieza a recibir visitas de las autoridades ambientales y de otras instancias municipales y regionales, así como de otras universidades, de colegios y organizaciones sociales interesadas en conocer la experiencia.



Un proceso que aprovecha la ubicación de la universidad en el límite urbano de la ciudad y cuya mayor parte de extensión está constituida por una zona boscosa y espacio para la recreación pasiva, pero también para el aprendizaje agroforestal y ambiental. “Esa es una de nuestras reflexiones: ¿qué pasa entre lo urbano y lo rural y cómo esos territorios tienen oportunidad de hacer una transición a la sostenibilidad? Para nosotros es una oportunidad de utilizar este campus como un modelo que sea replicable en otras zonas de la ciudad o del país”, dice el profesor Gallego.

El profesor hace hincapié en que “los problemas ambientales son problemas sociales, políticos, económicos con raíces en diferentes componentes de la dinámica social de los territorios, y se derivan de procesos antrópicos”, por eso valora la formación interdisciplinaria y el hecho de que el proyecto sea inspirado por la profesora Dora Luz, una socióloga.

Modelo de transferencia, no fórmula para calcar

El laboratorio vivo llegó a oídos de la ONG Comuna Project, que tenía el interés de promover iniciativas para recuperar espacios dentro del barrio La Independencia 2, que por su diseño urbanístico estaban destinados a ser jardinerías, pero que querían volver los espacios más funcionales, que se pudieran cultivar, que no fueran solo ornamentales para goce de los turistas, sino algo aprovechable.

Así comenzó un proceso de transferencia que implicó visitas, recorridos, talleres, intercambios, aprendizaje mutuo, definición de qué querían y podían sembrar, aprovechando el origen campesino de muchos de los habitantes del barrio o sus ancestros. “Estaban interesados en plantas medicinales y en hortalizas que pudieran distribuir para algunos restaurantes de la zona”, dice el pro-

esor Gallego y explica que el proceso de transferencia reconoció primero las potencialidades del territorio, porque no es una fórmula que se traslada de un lugar a otro, es un modelo que parte de conocer las particularidades de cada zona para adaptarlo de la manera más consistente, “que a partir de nuestra experiencia ellos puedan crear su propio proceso”.

El modelo parte de la idea de que pueda perdurar en los lugares en los que se replique sin que dependa de la presencia permanente de la universidad. Que las comunidades realmente se apropien de él. “No es tener una solución prediseñada, sino entregarles a las comunidades una herramienta para que ellas mismas construyan su solución”, explica Gallego. Un proceso en el que la universidad acompaña a sembrar, así no esté cuando se vaya a cosechar, porque “lo replicable del modelo no es lo que se siembra, sino el proceso”. ○

Un proceso que promueve la sostenibilidad local, la seguridad alimentaria, el aprovechamiento de recursos y que fortalece el tejido social; que tiene todavía mucha investigación y muchas reflexiones por delante. Es un laboratorio vivo, en evolución permanente, al que se suman cada vez más actores y más voluntades.

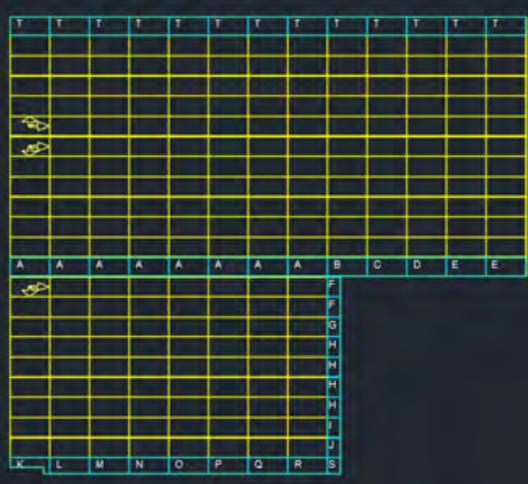


Origen:	Proyecto de aula y Proyecto institucional
Investigadores UdeMedellín:	Dora Luz Delgado Gómez, Johana Patricia Ramírez Olier, Jorge Luis Gallego Zapata
Entidades participantes:	Fundación Comuna Project
Estado:	Terminado

Opciones

Dibujo1*

tura alámbrica 2D]



Terminal	Symbol	Value									
f	[Symbol]	215	G	[Symbol]	1	N	[Symbol]	1		[Symbol]	
A	[Symbol]	8	H	[Symbol]	4	O	[Symbol]	1		[Symbol]	
B	[Symbol]	1	I	[Symbol]	1	P	[Symbol]	1		[Symbol]	
C	[Symbol]	1	J	[Symbol]	1	Q	[Symbol]	1		[Symbol]	
D	[Symbol]	1	K	[Symbol]	1	R	[Symbol]	1		[Symbol]	
E	[Symbol]	2	L	[Symbol]	1	S	[Symbol]	1		[Symbol]	
F	[Symbol]	2	M	[Symbol]	1	T	[Symbol]	13		[Symbol]	

Junta 4 cm

Comando: '_pan
 Pulse Esc o Intro
 para salir, o haga
 e

La transferencia del conocimiento: un ejercicio de economía circular





El acto de clausura del proyecto TETRIS (*Technology Transfer Innovation Schemes*), en el que participaron 80 personas de 15 instituciones de educación superior, se convirtió a mediados de junio en una noticia relevante en la Universidad de Medellín. Tema que registraron los medios y que se comentó con orgullo en pasillos y cafeterías. No es para menos, se trata de un proyecto financiado por la Comisión Europea, como parte del programa Erasmus + “*Capacity Building in the Field of Higher Education*”, cuyo objetivo central es promover el fortalecimiento de las unidades de transferencia e innovación de las universidades socias mediante la promoción de políticas de propiedad intelectual, mecanismos de transferencia y procesos de cooperación.

Todos celebraron con orgullo y fueron buenos anfitriones de los delegados de Alemania, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, Francia, Panamá y Portugal. Pocos saben lo que significó el proceso interno, cuando hace unos años se

comenzó a hablar de transferencia del conocimiento y patentes en la Universidad de Medellín. César Zambrano Osorio, el coordinador de Transferencia Tecnológica, todavía escucha en la cabeza la respuesta de algunos profesores cuando se les planteaba el tema: “¿Me va a privatizar el conocimiento?”, “Patentar es monopolizar el conocimiento”.

Fue un camino largo, con altas y bajas, para lograr que los investigadores y académicos entendieran el valor de la transferencia y la importancia de velar por los intereses propios y de la universidad. Necesitó de un trabajo de sensibilización y demostración de las ventajas, al tiempo que se desmontaban mitos y prevenciones. Evidenciar que las patentes tienen otras posibilidades y derivaciones, como la producción de artículos adicionales, la visibilidad y el reconocimiento. Poco a poco los investigadores fueron entendiendo que se trata de una estrategia de protección de su trabajo intelectual, al tiempo que favorece a la universidad en mediciones y posibilidades de relacionamiento.

También fue un trabajo constante que permitió ganar terreno y reconocimiento nacional e internacional, el relacionamiento con pares en el desarrollo de estrategias, de modo que la universidad pudo hacer parte del proyecto Tetrís desde 2021. Hoy es frecuente recibir consultas, ser referente de buenas prácticas y objeto de invitaciones y reconocimientos.

Un proceso que sustenta su labor en un banco con más de mil proyectos de investigación y desarrollo a los que se les busca el potencial de registro de propiedad intelectual, la proyección para la apropiación por parte de la comunidad y las alternativas de inclusión en el mercado a través de las empresas o el Estado. “Hay algo que se denominan las TRL, que son los niveles de maduración de las tecnologías; por lo general los temas de investigación están en las primeras etapas, de la uno a la tres, nosotros tomamos esos desarrollos y empezamos a validarlos, escalarlos, construirles un modelo de negocio, hacerles prototipado, pruebas de usuario, uso y consumo”, explica César.

Se concibe una estrategia amplia que acompañan profesionales de diversas dependencias para atender los temas jurídicos, detalles puntuales de propiedad intelectual, procesos de registro, matrícula de patentes, protección de *software*, de diseños, secretos empresariales, construcción de modelos de negocio, vigilancia tecnológica, proyección de casos de innovación, búsqueda de denominaciones, y una larga lista de pasos y posibilidades que se van abriendo y hacen del proceso una aventura.

“Siempre hay de dónde echar mano porque la fuente que nos nutre son los proyectos de investigación: Nuestros aliados más importantes son los investigadores, si se generan proyectos de impacto desde la investigación, nos facilita mucho el proceso. Nuestra materia prima principal es la investigación, son los profesores y sus grupos de investigación”, reco-

noce Zambrano, quien advierte que el proceso de aprendizaje está sustentado también en algunos errores cometidos, lanzamiento de proyectos malogrados y lecciones que han ayudado a alcanzar el posicionamiento que hoy tiene la universidad, pero además a la generación de ingresos y promoción de nuevos proyectos de investigación.

Se configura un ciclo: la universidad genera conocimiento que lleva a las empresas, ayuda a mejorar procesos, recibe devoluciones y comentarios, evidencia nuevas necesidades, regresa a los grupos de investigación y les propone nuevos retos, plantea situaciones a resolver e impulsa nuevas investigaciones. Un proceso de economía circular.

Zambrano insiste en que hablar de economía circular es más que referirse al manejo de residuos, y que todas las facultades pueden aportar.

De hecho, en un inventario encontraron cerca de 30 capacidades, que luego agruparon y sometieron a “diversos saberes: el ingeniero, el abogado, el comunicador, el de ciencias económicas, el de ciencias básicas, el de ciencias sociales, para establecer una estrategia”.

La economía circular es apuesta de la universidad. En el portafolio de Transferencia Tecnológica hay cuatro capítulos: Construcción e innovación, Industrias creativas y culturales, Sostenibilidad, y Tecnologías de información y la comunicación. Evidentemente, cuando se habla de sostenibilidad aparece la economía circular, pero en construcción hay disposición de residuos generados, responsabilidad social empresarial, mejoramiento de procesos de fabricación, lo que aumenta el espectro. “Hablar de construcción o de sostenibilidad es muy amplio, pero hablar



de que hay una economía circular y estamos resolviendo problemas reales es un punto muy importante para la universidad y por eso lo impulsamos”, sentencia Zambrano.

En esa dirección, se apoyan procesos de patentes, se hacen acercamientos con las empresas y se promueven procesos de investigación. Por ejemplo, se logró cofinanciar un proyecto con el respaldo de Concreto y Ruta N, un *software* para la modelación de materiales de construcción que busca la reducción del desperdicio de materiales, “El *software* que se diseñó y patentó hace la distribución del material y le dice a uno cuántas unidades debe cortar y dónde las debe ubicar. Eso se desarrolló para baldosas, muros, cielorrasos, redes de alcantarillado, lo que generó una disminución de desperdicios. Se calcula que más o menos un 15 o 20 por ciento logró Concreto reducir con esa implementación”, explica el director de Transferencia Tecnológica.

Otro ejemplo es el de una tecnología para la reutilización de neumáticos desechados, cuya disposición es un problema en todo el país pues se calcula que son más de cinco millones de unidades al año. “Entonces estamos haciendo muros de contención, pavimentos para vías urbanas; en una intervención alrededor de la cancha, la universidad utilizó para los senderos esos neumáticos en estabilización”, dice César Zambrano y puntualiza: “Lo que es basura para algunos, para los profesores y estudiantes en investigación, un regalo”.

Proyectos académicos que se convierten en soluciones para problemas de la comunidad, lo que es motivo de orgullo adicional para los investigadores y se suma a un plan

institucional de incentivos establecido con el ánimo de impulsar la investigación y la transferencia de conocimientos.

A junio de 2024 la Universidad de Medellín registraba 31 patentes reconocidas, 26 nacionales y 5 internacionales, un proceso que incluso le ha permitido el reconocimiento como una de las ocho OTRI –oficinas de transferencia de resultados de investigación– acreditadas en el país. Queda claro que se han roto los mitos y se amplió la visibilidad y el reconocimiento de la institución y de su cuerpo de investigadores, que se ampliaron las fronteras para participar de proyectos y convocatorias, acompañar a las empresas y responder a los desafíos que le propone la sociedad. Conocimientos que se producen, se transfieren y se apropian.



BIMOS
Building Modulation System



A portrait of Elizabeth Flórez, a woman with long dark hair, smiling warmly. She is wearing a light-colored, short-sleeved top and large, ornate gold earrings. The background is a blurred outdoor setting with green foliage.

Elizabeth Flórez, la investigadora

El nombramiento de Elizabeth Flórez Yepes como vicerrectora de Ciencia y Tecnología en la Universidad de Medellín no sorprendió a nadie y en cambio alegró prácticamente a todo el mundo. Para los profesores investigadores fue una feliz noticia, pues ella tiene un largo recorrido y es reconocida como una de las más destacadas en esa materia en la universidad, la reconocen como par, pero también como líder.

Entre sus allegados, ese nombramiento fue tan feliz como el de junio de 2023 cuando ingresó como miembro correspondiente a la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, una entidad científica de gran prestigio en el país y el continente. Sin duda, un reconocimiento a la trayectoria académica e investigativa de quien ya había recibido otras distinciones como la “Luis López de Mesa” que otorga la universidad a estudiantes y docentes como estímulo al desarrollo de procesos y actividades de formación en investigación e innovación, transferencia de conocimientos y relacionamiento externo.

La profesora Flórez Yepes es la primera docente de la Universidad de Medellín en ser aceptada en la Academia, el club de los más destacados investigadores e investigadoras del país. “Es un reconocimiento que conlleva un camino”, dice ella y explica que el proceso de aceptación implica que un miembro de número haga la postulación, que esa nominación sea respaldada por otros tres miembros de número para ser llevada a una plenaria en donde se evalúan la hoja de vida y un artículo que debe ser valorado por pares y publicado en la revista de la Academia. “Me postuló el profesor Fanor Mondragón, que fue



vicevicerrector de investigación de la Universidad de Antioquia, y fue mi asesor en el pregrado y el doctorado”.

Fue más difícil de lo usual, el profesor Mondragón Pérez quiso postularla antes, pero ella no aceptó, sino que se impuso un requisito adicional a los que establece la Academia: haber publicado cien artículos científicos. Pero así es ella: se autoimpone requisitos y desafíos que la mantienen siempre con propósito y en ejercicio de su disciplina. Por eso reconoce que en su familia y entre sus amigos es más grande la felicidad por sus logros que la que ella misma se permite. Espera que su pertenencia a la Academia impulse la investigación en la Universidad de Medellín, al valorar que es la única de la institución que lo ha logrado. “Esos reconocimientos son visibilidad para la universidad”, reconoce, y añade: “Tener un vicerrector en una universidad que es un investigador es un referente diferente a muchas veces tener vicerrectores que no lo sean: uno está más en contacto con los investigadores, en las conversaciones de alianzas el pertenecer a la Academia abre posibilidades”.

Tener un perfil de investigadora, no solo administrativo, le facilita la labor y le genera el reconocimiento de los investigadores, muchos de

los cuales han expresado su satisfacción por el nombramiento y han declarado su admiración hacia ella. Muchas conversaciones y procesos son distintos, ahora es puente entre la administración y los investigadores. Aunque se siente satisfecha por eso, reconoce que le hace tanta falta la investigación que siempre saca tiempo para seguir investigando, porque ese es su motor, su esencia. “Si yo me quiero desestresar, investigo. Entonces siempre lo voy a hacer”, advierte, y explica que se ha enfocado en los procesos de modelación de materiales: “Yo trabajo en el área de remediación de aguas, con enfoque de economía circular; trabajo con materiales, con enfoque en la parte energética, aparte de catálisis”.

Tiene una hija que es ingeniera de sistemas y estadística. “Cuando ella empezó a estudiar, decía «yo no voy a hacer investigación», pero ya ve la necesidad de hacerlo... creo que todas las personas hacen investigación, pero no la rotulan como investigación”. Explica que esta nos acompaña desde niños, a partir de la curiosidad porque toda investigación resulta de una pregunta, lo que mueve a buscar la manera de resolverla, lo que llamamos metodología. “Yo a mis estudiantes les digo: «pregunten todo». Desde que

uno tiene una pregunta es porque le está poniendo cuidado a lo que le están explicando”. Siempre hay algo que preguntar, una inquietud que mueve a investigar, sentencia la vicerrectora.

“Usted escucha a las personas más innovadoras y se volvieron innovadoras a partir de las preguntas simples, no de las más complejas”, resolver los asuntos más sencillos mueve más fácil a la investigación, por eso, dice Elizabeth Flórez, “Las mejores innovaciones son soluciones a problemas cotidianos”. Según ella, los investigadores no pueden centrarse en resolver problemas que se van a quedar en un artículo científico, por más citado que sea, sino en dar soluciones que le aporten a la comunidad.

Sin embargo, aclara que ello no implica abandonar la investigación robusta, que sigue siendo necesaria. “Cuando uno hace investigación necesita la evaluación de pares que no lo conozcan y que validen lo que se propone desde la investigación para solucionar un problema. Dentro de mi vicerrectoría una de las apuestas grandes que tengo es la apropiación social del conocimiento, que parte de buscar solucionar un problema de una comunidad, desde las capacidades de la universidad en diferentes áreas”.

Su propuesta es que con las comunidades las publicaciones sean más tipo cartillas que artículos científicos, sin demeritarlos, con la intención de facilitar la apropiación. Una sensibilidad que les atribuye a los años, “Cuando acabé el doctorado decía: «yo me jubilo cuando tenga cincuenta artículos», y lo primero que me dijeron fue: «eso es superdifícil». Entonces cuando llegué al artículo cien reflexioné sobre lo que decía”. Esa reflexión le ayudó a entender que su manera de retribuirle a la sociedad las oportunidades académicas que ha tenido, a las que sabe que muchas personas no pueden acceder, es con los propios resultados de la investigación y sirviendo como ejemplo de que es posible.

Con esa idea ubicó un colegio en el municipio de Sopetrán, al que aspira a ir, cuando se jubile, como profesora voluntaria en el área de ciencias, para enseñar y servir de inspiración, a la vez que ayudar a materializar ideas de los jóvenes. Su propósito es contribuir a mejorar la calidad de vida de las comunidades en las que espera que los jóvenes apropien el conocimiento y gestionen la solución a los problemas cotidianos. Un propósito que sigue animando para cuando llegue el momento, pero por lo pronto está concentrada en

impulsar la investigación desde la vicerrectoría de Ciencia y Tecnología.

Elizabeth es, además, una buena conversadora, una mujer amigüera, a la que le gusta bailar salsa, hacer deporte. “No es que no tengamos tiempo para hacer muchas cosas, sino que no somos disciplinados. Yo aprendí desde la universidad a tener horarios”, una manera de hacer rendir el tiempo. Su condición para bailar es tener un buen parejo, para que valga la pena, y cree que para investigar, también, porque es tiempo de las investigaciones interdisciplinarias que superan el trabajo en solitario. El mundo es cada vez más complejo y necesita muchos saberes, concluye.

Así es Elizabeth Flórez, una mujer que se reta todos los días, que sonríe y le brillan los ojos cuando habla de investigación, la vicerrectora que invita a descubrir la pasión de buscar, de compartir el conocimiento. Reconoce que no es un ambiente fácil para una mujer, aunque no admite ninguna discriminación porque siempre lo asumió como un desafío que la motivó a ser la mejor. No se dejó arredrar de nadie por su condición de mujer, por su saber o su origen y confía en que su experiencia también ayude a develar prejuicios y desmontar tabúes. Lo suyo, más que pelear ha sido demostrar, pero lamenta que todavía hay mucha discriminación y sigue siendo bajo el porcentaje de mujeres en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Una brecha que hay que cerrar.

También cree que hay mucho por lograr en economía circular, aunque hemos avanzado. Ya no es un tema que sorprenda tanto, pero tampoco es tan común como debería. Para ella, es una herramienta para convertir las minas de problemas, como los rellenos sanitarios, en minas de oro que beneficien a la comunidad.



Evitar el desperdicio de alimentos: un asunto de derecho, economía y humanidad

El desafío mundial de acabar el hambre antes de 2030 no parece fácil de alcanzar. Las cifras de la ONU indican que más del 20% de la población de 59 países padeció hambre en 2023, esto es, cerca de 282 millones de personas, sobre todo niños y mujeres. Con la idea de cambiar esa realidad dolorosa se han estudiado alternativas de producción y consumo de nuevos alimentos, en procesos más eficientes y sostenibles, pero lo más rápido y fácil de hacer es disminuir el desperdicio de los alimentos que ya se producen.

A sí lo entiende el Grupo de Investigaciones Jurídicas de la Universidad de Medellín, que desde hace más de quince años –cuando ni siquiera era común hablar del derecho a la alimentación– empezó a abordar el tema. Los investigadores, liderados por la directora del doctorado en derecho Olga Cecilia Restrepo Yepes, entendieron que prevenir la pérdida y el desperdicio de los alimentos era una vía eficiente para garantizar el derecho a la alimentación.

Un trabajo de investigación que parte de la convicción profunda de que más allá de resolver preguntas de investigación para la academia, se debe tener en cuenta el impacto en la sociedad que pueden tener esos procesos.

Más voces, más voluntades

La preocupación por la economía circular es un asunto cada vez más incumbente para la academia y para los Estados. La necesidad de establecer procesos productivos que cuiden el ambiente y garanticen la sostenibilidad es creciente y se refleja en el derecho a la alimentación, que es justamente el tema en el que se centró el Grupo de Investigaciones Jurídicas y en el que enfocó su investigación.

En 2010, Vera Scolchz, funcionaria de la FAO, conoció un artículo científico de la profesora Restrepo y le llamó la atención que coincidieran en el tema. Entonces se conectaron y empezó un proceso de trabajo conjunto que confluyó en la creación del Observatorio del Derecho a la Alimentación en América Latina y el Caribe (ODA-ALC), un proyecto conjunto entre la Universidad de Medellín y la FAO al que se fueron sumando otras

voces, otras voluntades. Hoy son más de 110 universidades de la región vinculadas al observatorio, que investigan temas de derecho a la alimentación, soberanía y seguridad alimentaria.

“Cuando nace en 2011 este grupo de académicos y académicas que investigamos el derecho, nace a la par el Frente Parlamentario contra el Hambre. Son los parlamentarios en el mundo que quieren y trabajan alrededor del derecho a la alimentación o para evitar el hambre en el mundo”, dice la profesora y recuerda que ese es el segundo objetivo de los ODS para el 2030.

Para el caso de América Latina y el Caribe, el Frente Parlamentario contra el Hambre reúne a legisladores de más de 20 países, de distintos partidos y corrientes políticas, preocupados por el tema. Es que hay por qué alarmarse. Los informes de Naciones Unidas para 2023 señalan que 19,7 millones de personas enfrentaron niveles altos de inseguridad alimentaria en nueve países de la región. También, que Colombia, Perú y

Ecuador han incrementado las cifras porque incluyen a los migrantes y refugiados que viven en sus territorios.

Legislar contra el desperdicio

El trabajo conjunto de la FAO y las universidades -en el observatorio-, ha motivado proyectos de ley, acciones públicas de inconstitucionalidad y otras herramientas jurídicas sobre el tema, que han permitido llegar a las instancias de decisión gracias a la red que se formó y que transforma investigación académica en procesos sociales. “Es lo que yo llamo el tejido social del investigador, que es muy importante. Lo que hacemos en investigación a través de la divulgación tiene un poder tan grande que ni siquiera nosotros lo podemos ver. El poder de la divulgación es muy potente”, recalca la profesora y detalla cómo las publicaciones generan conexiones y posibilidades de trabajo colaborativo en red, “construir relaciones de confianza a través de la amistad que se concretan en proyectos de investigación”.



Conocimiento que se crea, se divulga, que además puede tener incidencia en la vida de los ciudadanos, y que ha motivado a trabajar con el Congreso de la República y con el Concejo de Medellín. Gracias al trabajo en red se pudo reunir en el Observatorio de Políticas Públicas del Concejo, a la Facultad de Derecho de la Universidad de Medellín y al Grupo EAFIT Social de esa universidad, con el apoyo y acompañamiento del Frente Parlamentario, de la FAO bajo el liderazgo de Ángela Rivera, para proponer participativamente una norma, un acuerdo que contribuyera a la prevención de pérdida y desperdicio de alimentos en la capital antioqueña.

Trabajo arduo en un momento difícil

El proceso de investigación con estudiantes, el trabajo por agendas nacionales e internacionales y los resultados del Observatorio mostraron que la pérdida y el desperdicio de alimentos “es un asunto complejo en las ciudades y centros industrializados, donde la comida se bota en grandes cantidades, las cifras son escandalosas, pero hay muchos procesos que se pueden simplificar con estas políticas públicas”, explica la profesora.

Así se logró una Ley en Colombia, una política pública que se buscó luego incorporar en un Acuerdo Mu-

nicipal a partir de un trabajo que involucró, además de la Universidad de Medellín y Eafit, a otras como la UPB y la Institución Universitaria de Envigado. Los concejales habían suscrito, junto con los diputados de la Asamblea, una versión regional del Frente Parlamentario contra el Hambre, y apoyaron desde el comienzo la iniciativa.

Era un momento complejo. El mundo no había superado la pandemia del COVID-19 y por eso las reuniones y las discusiones tuvieron que ser virtuales, pero había una gran sincronía que aprovechó trabajos de maestría y resultados de investigaciones, el esfuerzo de varios investigadores como





Paola Cataño, Mario Enrique Vargas y Felipe Arias. Así se construyeron los lineamientos para la construcción de la política pública de prevención del desperdicio de alimentos que se concretó en el Acuerdo 049 de 2021 del Concejo de Medellín.

Producción y consumo ético

Todo ello para garantizar el derecho a la alimentación, que tiene implicaciones en la protección, sobre todo de comunidades vulnerables. La pandemia permitió evidenciar asuntos como la distribución de alimentos, dada la restricción a la movilidad, que hizo prever alternativas para catástrofes futuras. “La alimentación tiene tres elementos importantes: la accesibilidad, la disponibilidad y la inocuidad. Hay mucha disponibilidad

y la accesibilidad puede ser compleja. Lo que buscamos es hacer ajustes al proceso para prevenir el desperdicio”, explica la investigadora.

Adicionalmente, debe sumarse un cambio en materia de cultura, ajustes en los hábitos que impulsen una reflexión ética y promuevan la prevención del desperdicio. Todo, para favorecer la economía circular como opción de ahorro y eficiencia. “La decisión de lo que comemos es una decisión política”, dice la profesora, dado el múltiple impacto de

la producción de alimentos. Seguramente muchas alternativas para investigaciones futuras sobre temas tan diversos como la libertad y el derecho a la alimentación, por ejemplo.

En definitiva, las decisiones que se tomen en asuntos como la soberanía alimentaria tendrán implicaciones en la vida cotidiana de las personas. Ese puede ser el alcance de las preocupaciones que se llevan a las aulas y se convierten en investigaciones, procesos académicos con alcance social.

Origen:	Convenio marco
Investigadores UdeMedellín:	Olga Cecilia Restrepo Yepes, Erika Joullieth Castro Buitrago, Milton Andrés Rojas Betancur, Mauricio Bocanument Arbeláez, Paola Andrea Cataño Gómez, Liliana Damaris Pabón Giraldo, Gloria Duque, Liliana Gallo, Jhon Fernando Restrepo, Alfredo Restrepo Ruiz
Entidades participantes:	Universidad de Medellín, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, Universidad EAFIT, Universidad Pontificia Bolivariana, Institución Universitaria de Envigado, Universidad Externado de Colombia, Universidad de Antioquia, Universidad Anahuac de México, entre otras,
Estado:	Terminado



Visita la galería con este QR

Concurso de fotografía científica - 2024



PRIMER PUESTO

Título: Juguetes que guardan recuerdos

Autora: Ana Sofía Tangarife Cadena

Descripción: La inmensidad en un mar de juguetes usados refleja la esencia de la economía circular. La tecnología y la innovación permiten que estos objetos, que aún conservan su poder de felicidad, sean recuperados y reutilizados. Lo que alguna vez fue desechado, ahora tiene valor. El acto de coleccionar o comprar en estos espacios demuestra cómo la ciencia se integra en la cultura para transformar residuos en recursos, fomentando un consumo responsable. Los colombianos participan en un sistema de sostenibilidad, donde los recursos no se descartan, sino que se reutilizan, promoviendo un futuro más consciente y equilibrado.



SEGUNDO PUESTO

Título: Escalas mágicas

Autora: Laura Salazar Ceballos

Descripción: Al año, millones de llantas son desechadas y su descomposición puede llevar décadas. Por eso, varios países optan por quemarlas, lo que genera un mayor daño al oxígeno. Buscarles una segunda vida de manera creativa es muy importante; un ejemplo de esto son estas escalas que se realizaron en mi casa para facilitar la subida y bajada a una de las zonas de manga.



TERCER PUESTO

Título: Sobrevivir

Autora: David Santiago Ramírez Moncada

Descripción: Como podemos darnos cuenta en la imagen, la expresión en el rostro de la señora Deisi representa la supervivencia de muchos colombianos de a pie. Al igual que ella, muchos recicladores en nuestro país viven de esta labor para cuidar a sus familias. Doña Deisi, junto con su grupo de recicladores, se dedica a mantener limpio Envigado



Título: Intermediaria de reciclaje
Autor: Alejandro Espinal Restrepo



Título: Él es mi abuelo
Autor: Alejandro Espinal Restrepo



Título: Tesoros ocultos
Autora: Ana Sofía Tangarife Cadena



Título: Retazos
Autora: Daniela Fajardo Perea



Título: Lo viejo es igual de valioso
Autora: María Alejandra Avarez Bedoya



Título: Recursividad
Autor: Thomas Sánchez Escudero



Título: Recursividad
Autor: Thomas Sánchez Escudero



Título: \$10.000 pasos
Autor: Juan Camilo Sánchez Calvo



Título: Los jabones de la abuela
Autora: Laura Salazar Ceballos



Título: Agua con amor
Autora: Valentina Moore Sánchez



Título: El taller del abuelo
Autor: Valentina Moore Sánchez



Título: Joyería circular
Autora: Víctor Richer



Título: Los sin rostro
Autor: Santiago Aristizabal Giraldo



Título: Los sin rostro
Autor: Santiago Aristizabal Giraldo



Título: Sin título
Autor: Irving Eduardo Criollo Quimbay



Título: Oro entre basura
Autor: José Alejandro Villamil Miranda



Título: Sin título
Autora: Sofia Patiño Arias



Título: Reciclando historias
Autora: Sara Tobón Escobar



Título: La "aguamarina" roja
Autor: José Alejandro Villamil Miranda



Título: Sin título
Autora: Sofia Patiño Arias



Título: Manos en relojería
Autora: Luciana Quintero Tobón



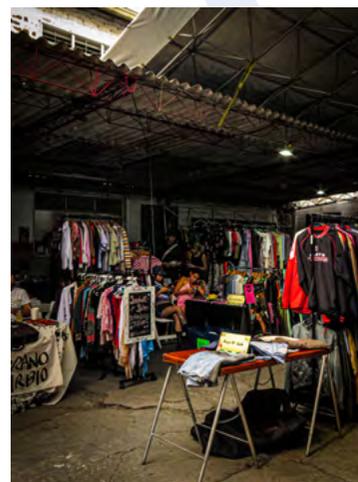
Título: El mecanismo
Autora: Laura Mathon



Título: Una historia
Autor: Juan Pablo Mejía Tuberquia



Título: Ganchos circulares
Autora: Ana María Jarava Lopera



Título: Ropa de segunda
Autora: Luciana Quintero Tobón



Título: El mecanismo
Autora: Laura Mathon



Título: Rediseñando el futuro
Autora: Valentina Silgado Arcia



Título: Ciclo de estilo
Autora: Valentina Silgado Arcia



Título: De residuos a recursos
Autora: Isabela Toro Grajales



Título: Transformaciones silenciosas
Autor: Sara Moreno Urrea



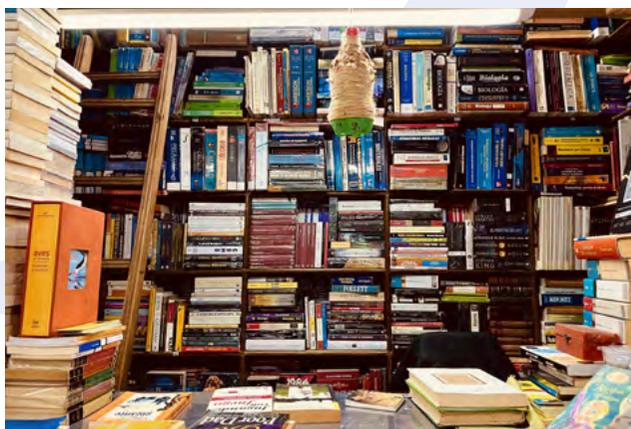
Título: De mano en mano
Autora: Celeste Garcia Morales



Título: Ciclos de vida
Autora: Sara Moreno Urrea



Título: El mecanismo
Autora: Celeste Garcia Morales



Título: La tradición de leer lo leído
Autora: Angélica María Satizabal Said



Título: El arte de mi abuela
Autor: Camilo Mejía Arango



Título: Los puentes
Autor: Juan Felipe Gómez Londoño



Título: Sonatas congeladas en el tiempo
Autora: Angélica María Satizabal Said



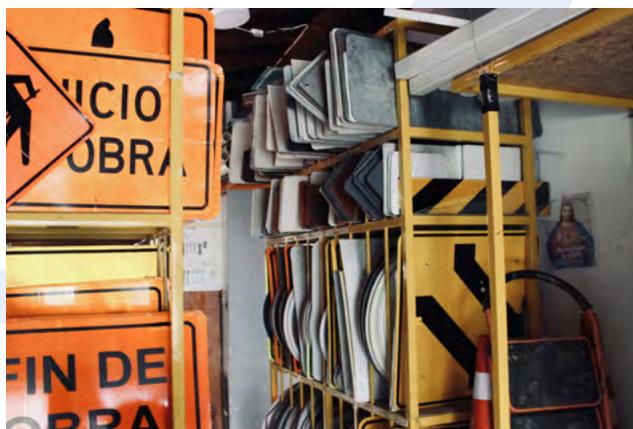
Título: Los puentes
Autor: Juan Felipe Gómez Londoño



Título: Una segunda oportunidad
Autora: Melina Fernández Tabares



Título: Rascador para gatos
Autor: Juan Camilo Saldarriaga Becerra



Título: Señales de un futuro sostenible
Autora: Estefany Carolina Guerra Guerra



Título: En pequeña escala
Autor: Juan Camilo Saldarriaga Becerra



Título: Raíces que embellecen
Autora: Karen Lorena Ocampo Ríos



Título: Sin título
Autora: Adriana Lucia Pita Valdes



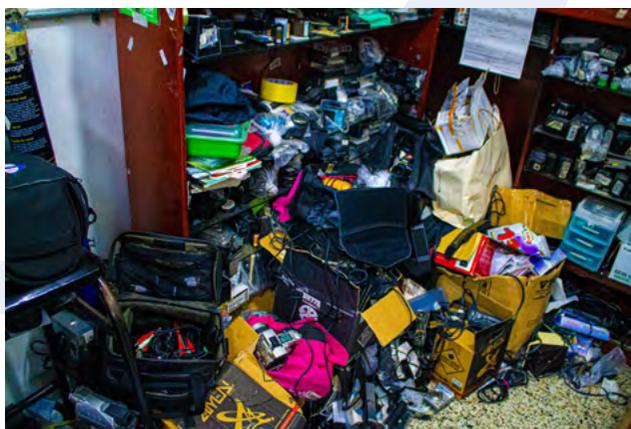
Título: Sin título
Autora: Adriana Lucia Pita Valdes



Título: La ruta de la resiliencia
Autora: Camila Sanabria León



Título: Reutilizando el pasado
Autor: Juan Pablo Alvarez Calle



Título: Reutilizando el pasado
Autor: Juan Pablo Alvarez Calle



Título: No reciclable
Autor: Agustín Lopera Martínez



Título: El techo de los que saben
Autor: Agustín Lopera Martínez



Título: El Ciclo de la Resiliencia
Autora: Karen Lorena Ocampo Ríos



Título: De Residuos a Vida
Autora: Daniela Pastor Roldán



Título: Una historia de lucha
Autora: Michael Alexander Vergara Buitrago



Título: Sin título
Autor: Daniel Andrés Jauregui Cortés



Título: Páginas recicladas, historias renovadas
Autora: Salomé Villada Sánchez



Título: De desechos a recursos
Autor: Michael Andrey Londoño Medina



Título: Artesanía de viejas glorias
Autor: José Miguel Ríos Arango



Título: Segundas oportunidades
Autora: Manuela Álvarez Madrigal



Título: Una historia de lucha
Autor: Michael Alexander Vergara Buitrago



Título: Vestidos de ayer, historias del mañana
Autor: Sebastián Aristizabal Vargas



Título: Artesanía de viejas glorias
Autor: José Miguel Ríos Arango



Título: Darle vida a lo que la destruye
Autor: Sebastián Aristizabal Vargas

UdeMedellín Circular: Innovando hacia un futuro sostenible

Líneas de trabajo:

- Programas de educación y entrenamiento
- Gestión de la sustentabilidad y marco regulatorio
- Valoración y gestión de residuos

