

Generación de conocimientos vía investigación e innovación científica: proyección en el CIDI-UCAB

Heriberto Echezuría¹
hechezuria51@gmail.com

¹Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería (CIDI). Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela.

Historia del Artículo

Recibido: 5 de Noviembre de 2018

Aceptado: 13 de Diciembre de 2018

Disponible online: 13 de Diciembre de 2018

Resumen: El conocimiento científico es un activo cuyo valor real resulta independiente de las necesidades o motivaciones que conduzcan a su generación. El mismo se materializa posteriormente, con el logro de mejorar la calidad de vida para las sociedades. Este paso ocurre con la participación de los tecnólogos quienes incorporan dicho conocimiento en mejoras a los productos o servicios. La combinación de detección de una oportunidad de mejora junto con la generación de un nuevo conocimiento es lo que permite cubrirla y lograr la mejora en la calidad de vida. En el CIDI de la UCAB se plantean y ejecutan programas de investigación que generan nuevos conocimientos atendiendo su potencial aplicación. En los últimos dos años, se han desarrollado 13 TG en dos Programas de Investigación sobre temas relacionados, por una parte, con la reducción de vulnerabilidad ante eventos naturales y contaminación del ambiente y, por otra parte, con la mejor calidad de vida de los sectores más pobres de la sociedad venezolana mediante desarrollo de tecnologías apropiadas para utilizar materiales sustentables como el bambú la arcilla. Los estudiantes que participan en los proyectos del CIDI tienen la oportunidad de desarrollar conocimientos con base científica y son sensibilizados para mantener una actitud de constante mejoramiento.

Palabras claves: Conocimiento, Investigación, Creatividad, Innovación, Bambú, Recursos.

Generation of knowledge via scientific research and innovation: projection at CIDI-UCAB

Abstract: Scientific knowledge is an asset whose real value is independent of the needs or motivations that lead to its generation. Its value materializes once it contributes to the increment of the quality of life of the society. This step is achieved with the participation of the technologists which incorporate such knowledge to improve products or services. The combination of detecting an improvement opportunity along with the generation of new knowledge that allows such an improvement is what allows the improvement of the quality of life. In the CIDI of the UCAB are proposed and executed research programs for generating new knowledge considering their potential for applicability. During the last two years there have been 13 TG in two Research Programs related to, on the one hand, to reduction of vulnerability related to natural events and environment contamination, and, on the other hand, to the improvement of quality of life of the sectors of the society with grater needs. This last aspect has been achieved developing appropriate technologies to use sustainable materials such as bamboo and clay. Students participating in CIDI's research projects have the opportunity to develop knowledge under scientific basis and are stimulated to have a constant improvement attitude.

Keywords: Knowledge, Research, Creativity, Innovation, Bamboo, Resources.

I. INTRODUCCIÓN

A. *Definiciones y criterios sobre la ciencia y el conocimiento*

La generación de conocimientos, en su esencia, está íntimamente ligada a los aspectos científicos. Por otra parte, en lo relativo a la aplicabilidad del conocimiento, existen diferencias semánticas relacionadas con cuan directa o indirectamente son aplicables los conocimientos generados en una ciencia particular. Generalmente, se plantea primero la distinción entre ciencias básicas y ciencias aplicadas. En realidad la misma tiene realmente una base analítica, puesto que en la realidad no se da en sentido estricto esa separación o división del conocimiento o de la ciencia. La misma viene a ser una consecuencia de la urgencia de algunos por caracterizar la ciencia o a la actividad científica “según el tipo de interés que prevalece en la búsqueda de conocimientos” [1].

A tal efecto, existen diferencias entre autores que muestran posiciones tales como:

- Ciencia Básica (CB): es un sinónimo de Ciencia Pura (CP), a la cual no se le otorga ningún tipo de connotación [2, 3].
- Ciencia Básica: es concebida como una Ciencia Pura [4].
- Ciencia Pura: es la búsqueda del conocimiento por conocimiento mismo. No persigue ningún interés práctico.
- Ciencia Básica: proporciona la base teórica de conocimientos sobre los que se apoya la ciencia aplicada.

Si consideramos ahora dentro de las definiciones de ciencias el concepto de tecnología, se tiene lo siguiente [1]:

- Ciencia Aplicada: realiza investigaciones teóricas o experimentales que aplican los conocimientos de la ciencia básica a la resolución de problemas prácticos. Estudia problemas de posible interés social.
- Tecnología: uso de las teorías científicas para su aplicación a determinados fines prácticos.

Nótese que en los contextos anteriores se entiende la ciencia básica como ciencia pura desligada de toda aplicación potencial directa [1]:

En contraste, algunos autores [2 y 4] indican que realmente no hay ciencia aplicada que no tenga detrás un conjunto sistemático de conocimientos científicos “puros”. Indica además este autor que, casi todas las

ciencias puras son aplicadas constantemente a la resolución de dificultades concretas. Adicionalmente, indica Sabino [4] que, la división entre ciencias puras y aplicadas no debe entenderse como algo rígido que ocurre entre dos campos opuestos y sin conexión.

Una ciencia es considerada pura cuando no se ocupa directamente de encontrar aplicaciones. Sin embargo, eso no implica que cualquier logro dentro de la misma esté al margen del resto de las inquietudes humanas.

En la realidad existe una interrelación dinámica entre las ciencias puras y las aplicadas. Así, los adelantos puros nutren y permiten el desarrollo de las aplicaciones, mientras que las aplicadas someten a prueba y permiten revisar la actividad y los logros de las ciencias puras lo cual implica también nuevos desafíos.

Por otra parte, según Bunge [5], “ (...) las diferencias más obvias entre la investigación básica [pura] y la técnica son morales y sociales. El conocimiento puro, en sí mismo, es neutral. Sólo quien le busca aplicación práctica se enfrenta con problemas morales (...)”.

Adicionalmente, de acuerdo con el método científico, la preeminencia de la ciencia es consecuencia de su capacidad de obtener y formular un conocimiento de la realidad absolutamente racional y objetivo [1].

En otro orden de ideas, considerando otros de los elementos claves dentro del desarrollo de nuevos conocimientos se tiene que según Costa [6], el término “creatividad” fue introducido por Jacob Lévi Moreno en los años 50 sobre la base de un modelo de productividad. Para Costa, el término es un neologismo que significa aptitud por crear, acción de crear, de producir algo nuevo, pero ligado a la productividad industrial.

La creatividad en este contexto sería el producto de las observaciones y estudios sociométricos de Lévi sobre la cantidad de las relaciones entre la gente en los grupos de trabajo, y la fuerza de los líderes y los efectos de liderazgo. En consecuencia, esta creatividad, no es una creación libre, lúdica, gratuita, sino que está supeditada a un conjunto de condiciones técnicas, el cual, a su vez, está ligado a unos objetivos predeterminados. Dichos objetivos son ajenos a lo que será creado y a su creador.

En contraste, se considera que la “innovación” presenta formas diversas, como son la creación, el descubrimiento y la invención. Es decir, los actores tienen la capacidad de generar algo a partir de la nada, tal como sucede con personajes como Mozart o Cervantes. También puede asociarse con el

descubrimiento de algo que ya existía pero era ignorado, donde resaltarían individuos como Darwin o Colón. O podría pensarse también en una invención, es decir, algo que antes no existía, pero había ciencia que lo podía sustentar, con lo cual se emularían personajes como Watt o Edison o Tesla. En otras palabras, la innovación posee varias aristas. [1]

Considerando lo expresado en los párrafos anteriores, cuando se habla de tecnología, implícitamente se está indicando que se ha seleccionado la mejor idea de las que pudiesen

haber sido generadas y además, con la forma de aplicarla para que resulte exitosa. En otras palabras,

es muy importante filtrar o seleccionar y, por otra parte, dejar claro cómo debe hacerse algo para que no falle en el intento al tratar de aplicarla.

B. El destino del conocimiento

La actividad de los tecnólogos, los cuales están constantemente a la búsqueda de nuevas ideas o formas de hacer algo, es tratar de aplicarlo en alguna actividad o producto para mejorar su eficiencia. En particular y ampliando el panorama, lo que al final del camino se busca es la mejor calidad de vida para la sociedad. Esto se aprecia en el modelo del flujo del conocimiento mostrado en la Figura 1.

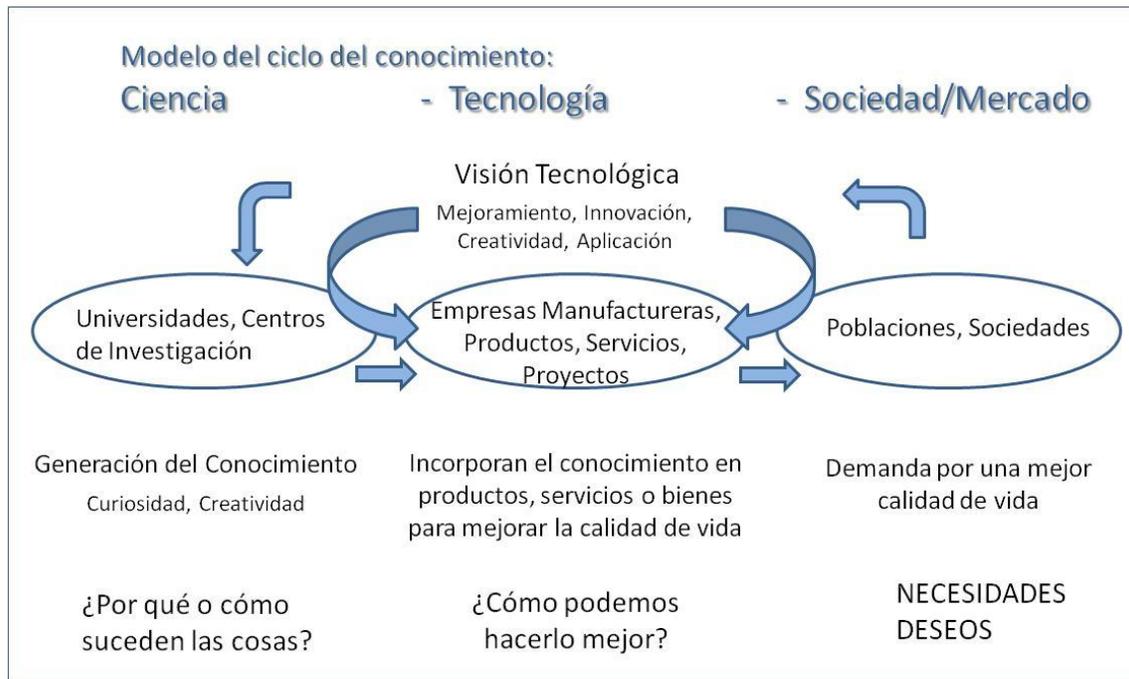


Figura 1: Flujo del conocimiento y aplicaciones tecnológicas con base en el logro de la mejor calidad de vida en la sociedad. Fuente propia.

En la Figura 1 se aprecia que tarde o temprano todo el conocimiento científico, independientemente de su clasificación o definición de acuerdo con lo expresado en los párrafos anteriores, es decir: sea puro o aplicado, innovador o creativo, termina incorporado en productos o servicios o actividades que buscan mejorar la calidad de vida de las sociedades. No importa si el conocimiento fue generado para un fin particular, siempre está el grupo de tecnólogos que se encarga de buscar la forma de aplicarlo en otras instancias. Nótese que implícitamente el motor de esto viene a ser el desarrollo económico el cual va de la mano con los adelantos tecnológicos y sus aplicaciones. Es decir, el conocimiento tiene valor y el secreto está en entender la forma en que se puede aplicar para sacarle el máximo provecho.

Tenemos muchos ejemplos de esto a lo largo de la historia, particularmente en lo relativo a las industrias militar y la civil. Muchos desarrollos como la pólvora, en la antigua China o más recientemente el Internet, nacieron a partir de aplicaciones bélicas pero luego fueron asimiladas por la industria civil. Es así como la creatividad, tal como se ha mencionado, juega un papel relevante.

Ahora bien, el conocimiento científico es generado principalmente, en las universidades o centros de investigación de las empresas que lo entienden como una inversión y no como un gasto. Es entonces cuando los diferentes grupos de tecnólogos, que son aquellos que identifican las potenciales mejoras que dicho conocimiento puede aportar a la solución de problemas, a la mejora de productos o servicios entran en acción.

Los tecnólogos, primeramente, se encargan de entender bien los conceptos y aspectos relacionados con los nuevos adelantos en conocimientos. En paralelo, ellos tienen identificados aspectos sobre los cuales existe la posibilidad de mejora en productos o servicios. Es entonces con base en esa simbiosis entre ambos aspectos, es decir, el nuevo conocimiento con las mejoras a lo existente cuando se genera la aplicabilidad del nuevo conocimiento, independientemente de cómo o por qué fue generado. Hay aplicaciones no pensadas de nuevos conocimientos que aportan una contribución sin precedentes a la calidad de vida de las sociedades.

Nótese que esas mejoras pueden ser dentro de lo que se definió antes como creatividad, que es orientada a necesidades específicas con demanda, o en lo relativo a nuevos conceptos que podrían no resultar evidentes en su aplicación, pero que una vez verificado su potencial beneficio en algún producto o servicio, surge la oportunidad para su aplicación. De la misma manera, las mejoras pueden estar relacionadas con tecnologías consideradas como totalmente desarrolladas, cuando se descubren nuevas maneras de hacer las cosas que introducen cambios a lo establecido permitiendo su nueva aplicación con nuevos objetivos o mejorando los anteriores en forma significativa.

En síntesis, el conocimiento científico es un activo que se materializa en el logro de mejor calidad de vida para las sociedades. Independientemente de las necesidades o motivaciones que conduzcan a la generación del conocimiento, es decir, por innovación, creatividad, investigación básica u orientada, siempre hay un grupo de tecnólogos evaluando la potencial aplicabilidad de dicho conocimiento en mejoras a los productos o servicios que conducen a mejorar la calidad de vida.

Los desarrollos económicos son los que determinan el momento en que resulta viable dicha aplicación. Así, es realmente la combinación de detección de la

oportunidad de mejora junto con la evaluación de la existencia de una forma de satisfacerla con nuevos conocimientos lo que hace posible el momento de la aplicación de dicho conocimiento en la consecución de la mejora en la calidad de vida.

Para la generación planificada de conocimientos hace falta recursos y la consideración del valor del conocimiento o la tecnología alcanzada. En la sección siguiente de este artículo se cubrirá el primero de estos tópicos. El segundo no será cubierto ya que el mismo necesita un tratamiento especial debido a las formas de valor y protección al que pueden someterse los conocimientos y tecnologías, el cual por razones de espacio no puede ser cubierto adecuadamente en este

artículo. En el mismo están los secretos comerciales, las patentes y los convenios para uso de tecnologías.

C. Los recursos en la generación de conocimientos y el desarrollo tecnológico

Para la generación de conocimientos hacen falta recursos, en particular el conformado por las personas capaces de conducir los procesos científicos requeridos. Por otra parte, para el desarrollo de conocimientos en las universidades no deja de tener un extraordinario atractivo, la disponibilidad de recursos humanos de primer orden a muy bajo o ningún costo. En efecto, los estudiantes de cualquier carrera constituyen ese recurso primordial, siempre que estén incorporados en programas o proyectos para la investigación y la generación de conocimientos.

A tal efecto, en el Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería (CIDI) de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) existen programas de investigación que se ejecutan mediante los Trabajos de Grado (TG) de los estudiantes de Ingeniería, tanto en pregrado como en postgrado. Estos programas atienden a varias líneas de investigación aprobadas por la UCAB para cada Facultad. En la Figura 2 se incluyen las líneas de investigación de la facultad de Ingeniería de la UCAB, en la cual se destacan los aplicables al CIDI.

(LPI) LÍNEAS POTENCIALES DE INVESTIGACIÓN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA
7.2.1. Aplicación de Teoría de Juegos
7.2.2. Supercomputación
7.2.3. Sistemas heurísticos
7.2.4. Redes de transmisión y de datos
7.2.5. Gerencia de operaciones y producción.
7.2.6. Gerencia de calidad y estrategia
7.2.7. Programas informáticos.
7.2.8. Ingeniería de Software.
7.2.9. Ingeniería aplicada a la salud.
7.2.10. Sistemas de logística inversa.
7.2.11. Procesos industriales, constructivos y petroleros.
7.2.12. Infraestructura, desarrollo urbano, vialidad y gerencia de riesgo.
7.2.13. Propiedades ingenieriles de materiales y fluidos, modelos integrados, métodos de análisis y diseños utilizados en ingeniería.
7.2.14. Inteligencia artificial

Figura 2: Líneas de investigación del Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería (CIDI) de la Facultad de Ingeniería de la UCAB.

De la misma manera, los estudiantes que participan en los proyectos del CIDI de la UCAB tienen la oportunidad de trabajar en el desarrollo de conocimientos mediante la experimentación científica y son sensibilizados para mantener una actitud de constante mejoramiento sin dar por concluido el proceso de generación de conocimientos. Durante ese proceso, se les muestra cómo contribuye ese conocimiento a la mejora de productos o servicios y se les orienta en la adecuada visualización del momento en que los mismos podrán ser incorporados en la mejora de la calidad de vida de la sociedad venezolana.

El CIDI, además, se apoya en otros estudiantes que sirven de soporte para la concreción de actividades propias de los procesos administrativos inherentes a la generación y divulgación de conocimientos. Particular mención merecen aquellos que colaboran con la revista Tekhné como órgano divulgativo de los conocimientos asociados con la Facultad de Ingeniería.

II. PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN EN EL CIDI-UCAB

Para la fecha de preparación de este artículo, existen dos Programas de Investigación llevados adelante por el autor dentro del CIDI. El primero es el Programa para: "Reducción de Riesgos y Desarrollo de Modelos en Ingeniería Civil". El segundo programa es: "El bambú como recurso sustentable para construcción de viviendas de bajo costo". Ambos programas de investigación son manejados en el CIDI y cuentan con el apoyo de las Escuelas de Ingeniería Civil e Industrial de la Facultad de Ingeniería. A su vez, dichos programas se rigen dentro del marco creativo citados en la sección anterior de este artículo de acuerdo con las líneas de investigación contenidas en la Figura 2.

Los Programas conducidos en el CIDI buscan contribuir a la mejor calidad de vida de los sectores más desfavorecidos de la sociedad venezolana mediante el desarrollo de tecnologías apropiadas de baja inversión para utilizar materiales más económicos en la fabricación de viviendas y el planteamiento de economías sustentables.

A continuación se presenta un resumen de ambos programas:

A. Programa: "Reducción de Riesgos y Desarrollo de Modelos en Ingeniería Civil"

Este programa está orientado a la reducción de la vulnerabilidad de las obras de ingeniería y la posibilidad de contaminar el ambiente con desechos peligrosos. Como es sabido, las obras de ingeniería son la parte que puede controlar el hombre frente a los riesgos naturales causados por eventos extremos tales como lluvias, vientos o sismos. Asimismo, es necesario encontrar nuevas formas de tratar los desechos que pongan en peligro la salud de las personas y la vida en el planeta para su adecuada disposición.

Los eventos extremos tienen muy largo período de retorno y exhiben valores muy por encima de los utilizados para diseño. Por eso, la forma en que las obras públicas o privadas hayan sido diseñadas, es decir, si se utilizaron los métodos de análisis adecuados y los valores esperados en los sitios donde estarán localizadas, es lo que determina su capacidad para soportar debidamente los peligros o amenazas de la naturaleza. Hasta ahora la humanidad no ha sido capaz de controlar las fuerzas de la naturaleza que conducen a los valores extremos, mas sí ha sido capaz de predecirlas probabilísticamente.

Adicionalmente, el mejor entendimiento de los mecanismos que permiten soportar esos eventos extremos ha permitido la mejor preparación de las obras para soportarlos. Estos dos elementos constituyen la base para contar con una mejor preparación para enfrentar esos fenómenos extremos y reducir la vulnerabilidad, o cuan desprotegido se está para soportar los eventos naturales extremos.

Pues bien, para el mejor desempeño de las obras ante la ocurrencia de eventos, sísmicos y para evitar la contaminación del ambiente con sustancias nocivas, se generó este programa. El mismo lleva implícito también un componente financiero orientado a lograr la mejora en la vulnerabilidad o la seguridad al disponer materiales nocivos a la salud con la mayor eficiencia al menor costo posible.

1. *Objetivos de la investigación del programa*

- Reducir los riesgos de contaminación del ambiente con desechos peligrosos o tóxicos.
- Reducir el riesgo de colapso de edificaciones por la acción de sismos por encima de los de diseño.
- Establecer modelos de materiales empleados en ingeniería que permitan predecir los valores de los parámetros de diseño y desempeño al menor costo.

2. *Objetivos específicos*

- Evaluar el potencial de licuación con técnicas modernas basadas en la energía del sector fuerte del acelerograma
- Establecer el desempeño de viviendas atendiendo a la calidad de las técnicas de construcción y cómo cambia su probabilidad de colapso con la calidad de esta variable
- Formular técnicas de Q/A y QC para mejorar la construcción de pilotes y determinar mejor la probabilidad de encontrar pilotes defectuosos.
- Establecer procesos para evaluar la capacidad admisible de pilotes con pruebas de carga dinámicas de baja energía.
- Formular las bases para las normas Geotécnicas de Venezuela.
- Preparar modelos para predecir el comportamiento de arenas y arcillas ante sollicitaciones de corte no drenado durante las acciones sísmicas o de oleaje.
- Proponer métodos para encapsular materiales peligrosos y transformarlos en materiales de construcción.

3. *Justificación de la investigación*

Venezuela es un país sísmico localizado al sur del hemisferio norte, lo cual lo hace propenso a experimentar eventos extremos tales como terremotos de alta magnitud, tormentas importantes y huracanes. Por lo que cualquier esfuerzo orientado a reducir los riesgos vía disminución de la vulnerabilidad es bienvenido. Adicionalmente, la capacidad de detectar durante la construcción elementos defectuosos no visibles que pudiesen afectar la integridad de las obras cuando se presente el evento extremo, es ideal. De la misma manera, generar nuevas formas de encapsular materiales dañinos o nocivos para poder disponerlos en formas novedosas capaces de formar parte de obras orientadas a prestar servicios a las poblaciones, también es ideal desde todo punto de vista.

B. Programa: “El bambú como recurso sustentable para construcción de viviendas de bajo costo”

Este Programa de investigación surge debido a que en Venezuela existe un déficit habitacional sostenido que se ha agravado en los últimos años. De la misma manera, también es un hecho que existen pocas opciones de desarrollo industrial en los estados del país que no tienen instalaciones petroleras. Eso obliga a buscar soluciones que estén orientadas no solamente a satisfacer el problema habitacional, sino que también busquen generar el desarrollo de algunos sectores industriales dentro de un marco global de sustentabilidad con producción distinta a la petrolera para el país.

La producción de viviendas terminadas por el sector público alcanza, en general, un promedio anual de 50.214 viviendas, mientras que, en términos relativos, representa un índice de 1.83 viviendas construidas por cada 1000 habitantes [7]. Asimismo, se estima que el sector privado presenta en la actualidad, valores históricos de producción de viviendas que se reducen a aproximadamente 5.000 unidades habitacional para el 2016, lo cual equivale al 10% del promedio anual del sector público. Para superar ese déficit es necesario construir al menos 200.0000 viviendas por año, durante un período de 32 años [7].

En consecuencia, esta nueva perspectiva obliga a mirar la forma en que se construye en otras zonas del mundo donde no también problemas de déficit similares y que se han decidido por explorar el uso de materiales naturales tradicionales, que constituyen un renglón ecológicamente sustentable pero puede coadyuvar en la solución de construcción de viviendas bajo diferentes esquemas. Entre estos materiales están el bambú, la caña brava y la arcilla, los cuales también fueron utilizados en el pasado en nuestro país.

1. *Objetivo de la investigación*

Este proyecto busca explorar y plantear procedimientos y materiales constructivos que

representen una alternativa viable a los métodos convencionales del siglo pasado (siglo XX) para acelerar la construcción de viviendas de calidad tratando de mantener los costos lo más bajo posible. Una vía expedita para acometer este propósito es utilizar materiales naturales con bajo procesamiento industrial que puedan ser conseguidos aún en estas épocas de baja producción y condiciones económicas y financieras.

Dentro de este renglón están por una parte las gramíneas resistentes como el bambú y la caña brava y por otra parte la arcilla. Los mismos son materiales que necesitan un nivel muy bajo de tratamiento industrial para su producción y existen altos volúmenes disponibles en el país. El otro material se consigue directamente en los sitios a construir y es explotable sin afectación del ambiente. Es entonces posible plantear los mecanismos de explotación ante las autoridades ambientales para lograr los permisos y patrones de producción a corto plazo.

2. *Objetivos específicos:*

- Evaluar la disponibilidad de tipologías para viviendas unifamiliares y multifamiliares diseñadas arquitectónicamente que puedan ser utilizadas para construir con bambú, arcilla y caña (bahareque).
- Seleccionar dos viviendas, una unifamiliar y otra multifamiliar, aplicables a sectores populares de la población, para desarrollarlas con bambú, arcilla y caña (bahareque) en regiones con diferentes peligros sísmicos.
- Evaluar la disponibilidad de las nuevas materias primas propuestas (bambú, caña brava y bahareque) y el esfuerzo requerido para la capacitación de recursos humanos calificados para la construcción de viviendas de bambú, arcilla y caña, en los estados venezolanos donde existe déficit agudo de viviendas.
- Presentar análisis comparativo de costos para las viviendas seleccionadas construidas con materiales convencionales del siglo XX (concreto y acero) y con materiales tipo bambú, arcilla y caña (bahareque) en los estados con alto déficit de viviendas en Venezuela.
- Preparar un análisis técnico económico preliminar de la cadena integral de producción, explotación y comercialización del bambú como material sustentable, incluyendo distintos usos potenciales en industrias como medicina, alimentación, textil, construcción de viviendas, química, entre otras.
- Evaluar las técnicas constructivas y de análisis estructural utilizadas en los países con alto peligro sísmico en edificaciones de uno o varios niveles construidas con los materiales

propuestos, bambú, arcilla y caña (bahareque), para el siglo XXI en Venezuela y asimilar los criterios y conceptos que permitan mejorar la construcción de viviendas en nuestro país.

- Utilizar las normas colombianas para bambú así como las norteamericanas para construcciones de madera junto con las experiencias de México y Ecuador para definir conexiones eficientes para los nodos y grupos de varas para distintos usos estructurales de acuerdo con los criterios sismorresistentes y las técnicas constructivas que permitan acelerar la erección de viviendas, tanto de uno como de varios niveles.
- Analizar el desempeño ante acciones sísmicas de las edificaciones propuestas de uno y varios niveles construidas con bambú, arcilla y caña (bahareque) utilizando un método equivalente lineal, como el de carga horizontal incremental (push over).
- Evaluar experimentalmente las resistencias a la tracción, compresión y flexión (propiedades de ingeniería) de distintas variedades de bambú venezolano

3. *Justificación*

Con el paso del tiempo aumentó en Latinoamérica el uso de cemento, concreto y acero debido al auge industrial de esos productos y la aparente mejora en las condiciones habitacionales al utilizarlos. Así, se fue relegando el uso del bambú, la caña y la arcilla en muchos de los países latinoamericanos, al punto que quedó para zonas muy empobrecidas y sin ninguna mejora desde el punto de vista del desempeño ante sismos.

Sin embargo, a nivel mundial el bambú, la caña brava y la arcilla se han seguido utilizando. Similarmente, en muchos países, incluyendo varios latinoamericanos como México, Perú y Ecuador, ha venido creciendo el estudio científico de las propiedades ingenieriles del bambú y la caña brava para su utilización como material ecológicamente sustentable para la construcción.

Por otra parte, tal como se ha expresado, el déficit habitacional de Venezuela es grave y no tiene perspectivas de reducirse con los métodos convencionales en el mediano plazo. Son necesarias, entonces, nuevas propuestas arquitectónicas y constructivas con materiales diferentes a los convencionalmente utilizados, en los últimos tiempos, para los planes de vivienda nacionales que permitan aumentar en el corto plazo la construcción de unidades habitacionales de una y varias plantas para reducir dicho déficit.

Esos materiales son el bambú, la caña brava y la arcilla, los cuales, como ya hemos indicado, permiten un desarrollo ambientalmente sustentable y están

disponibles en cantidades suficientes en distintas regiones del país.

C. Ejecución de ambos Programas de investigación

Cada uno de los objetivos específicos de los Programas da cabida a uno o más TG, con base en la investigación. La mayor parte de las investigaciones son de carácter experimental en los laboratorios de la UCAB o de empresas que colaboran con el programa. También se realizan experimentaciones con base a modelos de respuesta y desempeño y técnicas probabilísticas, según el caso.

Hasta la fecha de emisión de este artículo se han llevado adelante los siguientes trabajos de grado:

1. Programa: “Reducción de Riesgos y Desarrollo de Modelos en Ingeniería Civil”

- Propuesta para norma de aceptación y rechazo de lotes de pilotes, Ismael Quijada y Gianpaolo Salvatorelli. Calificación: Sobresaliente.
- Elaboración de un documento base para preparación de norma geotécnica de diseño de fundaciones superficiales y exploración del subsuelo, Malcom Carvajal, Carlos Rondón. Calificación: Sobresaliente.
- Análisis de la intensidad del sector fuerte del acelerograma para establecer el potencial de licuación, Harold Muñoz y Darwin Herrera. Calificación: Sobresaliente.
- Automatización del método de cálculo de asentamientos de fundaciones superficiales en perfiles geotécnicos heterogéneos, Ma Gabriela Tochón y Jesús Torres. Calificación: Sobresaliente.
- Estimación de las capacidades de fuste y punta de pilotes mediante ensayos dinámicos de baja energía, Franchesca Alfonso y Andrés Álvarez. Calificación: Sobresaliente.
- Verificación del comportamiento de un modelo integrado de suelos plásticos no drenados y su programación en Matlab, Gustavo Izarra y Alejandro D'Onofrio. Calificación: Sobresaliente.
- Respuesta al corte de arenas limosas con alto confinamiento alrededor de la cara de pilotes costa afuera, Andrés Torres y Víctor De Las Casas. Calificación: Sobresaliente.
- Propuesta de un elemento estructural prefabricado y modular de concreto armado para construir fundaciones superficiales, Miguel Morales, En Curso.
- Evaluación del potencial de licuación con base en la intensidad del acelerograma sísmico en los suelos del área del complejo turístico gran Barcelona, Héctor Gutiérrez, En Curso. Postgrado

2. Programa: “El bambú como recurso sustentable para construcción de viviendas de bajo costo”

- Evaluación de las propiedades mecánicas de algunas variedades de guadua disponibles en Venezuela, Gustavo Kosler, Lorena Carballo. Calificación: Sobresaliente.
- Análisis sismorresistente de estructuras de bambú, Carlos Chacón y Fuad Ahmar. Calificación: Sobresaliente.
- Análisis comparativo de costos de mampostería reforzada y de bambú – bahareque para su aplicación como alternativa de construcción de viviendas unifamiliares, Gisselle López y José Muzziotti. Calificación: Sobresaliente.
- Estudio de las características hidráulicas de la Guadua Angustifolia Kunth para utilizarlo en viviendas unifamiliares como sistema de tuberías de aguas blancas. Wilmer Madriz, Fernando Quiroz. En Curso.

III. CONCLUSIONES

En el Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de la Universidad Católica Andrés Bello, se plantean y se ejecutan programas de investigación para generación de nuevos conocimientos o mejoras a tecnologías ya existentes que atienden, en algunos casos la potencial aplicabilidad en productos o servicios para mejorar la calidad de vida de los sectores menos favorecidos de la sociedad. En otros casos, las investigaciones atienden aspectos que deben ser cambiados en procedimientos existentes debido al descubrimiento de mejores formas de hacer lo antes planteado y tenido como la mejor práctica.

En los últimos dos años, se han desarrollado 13 Trabajos de Grado en dos Programas de Investigación sobre temas relacionados, por una parte, la reducción de vulnerabilidad ante eventos naturales y contaminación del ambiente y, por otra parte, la mejor calidad de vida de los sectores más pobres de la sociedad venezolana mediante desarrollo de técnicas para utilizar materiales más económicos en la fabricación de viviendas y el planteamiento de economías apropiadas de baja inversión.

Los estudiantes que participan en los proyectos del CIDI de la UCAB tienen la oportunidad de trabajar en el desarrollo de conocimientos mediante la experimentación científica y son sensibilizados para mantener una actitud de constante mejoramiento sin dar por concluido el proceso de generación de conocimientos. Durante el proceso, se les muestra cómo contribuye ese conocimiento a la mejora de productos o servicios y se les orienta en la adecuada selección del momento en que los mismos pueden ser incorporados en la mejora de la calidad de vida de la sociedad venezolana.

REFERENCIAS

- [1] Pittet Sandra, "Ciencia Básica, Ciencia aplicada y su relación con la tecnología", 02/10/2013. <https://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/1889/course/section/1190/Ciencia%20Basica,%20Aplicada%20y%20Tecnologia.pdf>
- [2] Sabino, Carlos (1996): El proceso de investigación. Buenos Aires, Lumen/Humanitas (Cap.1: El conocimiento científico; Cap.2: Conocimiento y método).
- [3] Laso, Eduardo (1998): La clasificación de las ciencias y su relación con la tecnología, en Esther Díaz (Editora): La ciencia y el imaginario social, Bs. As., Biblos, pp. 29-42
- [4] Sabino, Carlos (2006): Los caminos de la ciencia. Una introducción al método científico, 1° edición, Buenos Aires, Lumen/Humanitas (Cap. 5)
- [5] Bunge, Mario (2002): Ser, saber, hacer. Buenos Aires, Paidós.
- [6] Costa J. "Creatividad e Innovación", <https://es.slideshare.net/norkysmedina/creatividad-jcosta>
- [7] Ramírez, Tibisay y Guevara, Carol "Déficit habitacional en Venezuela" Construcción, CVC, Edición 10, Año. 7, Enero-Julio 2017.