

La enseñanza de la sostenibilidad en la educación superior como estrategia pedagógica para una profesión integral

Carlos Mauricio Bedoya M.*

Jhon Muñoz Echavarría**

Recibido: 06-10-2019

Aceptado: 07-05-2021

Citar como: Bedoya M., C. M. y Muñoz Echavarría, J. (2022). La enseñanza de la sostenibilidad en la educación superior como estrategia pedagógica para una profesión integral. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 15(2), 235-260. <https://doi.org/10.15332/25005421.6681>

Resumen

Objetivo: dar a conocer un ejercicio pedagógico y didáctico, desarrollado desde el año 2009 en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, mediante el cual se rescata y aborda el concepto de la “naturaleza” en la enseñanza de los programas de Arquitectura, Ingeniería y Construcción. Metodología: esta experiencia que combina investigación, docencia y reflexión cultural ha generado una posición crítica sobre el ejercicio de enseñanza-aprendizaje en una época que pareciera privilegiar la imagen del proyecto y la figuración social en desmedro de los conceptos técnicos y del equilibrio ecosistémico urbano y rural. Resultados: los resultados obtenidos en cuanto a participación de estudiantes, multiculturalidad e interdisciplinariedad son alentadores; para ello se tomaron los datos

* Universidad Nacional de Colombia.

Correo electrónico: cembedoya@unal.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9702-5076>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=vUYHN2wAAAAJ>

CvLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001292765

** Universidad Nacional de Colombia.

Correo electrónico: jmunoz@unal.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1945-0290>

Google Scholar: https://scholar.google.es/citations?view_op=list_works&hl=es&user=UqyJTKUAAAJ

CvLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000999687

estadísticos de estudiantes y sus programas curriculares. Conclusión: se pudo inferir que es posible un impacto en la comunidad universitaria y, aún más importante, en el ecosistema urbano del área metropolitana cuya capital es Medellín.

Palabras clave: educación; pensamiento crítico; pedagogía; naturaleza; ecosistema; sensibilización ambiental.

Teaching Sustainability in Higher Education as a Pedagogical Strategy for a Comprehensive Profession

Abstract

The objective of this article is to present a pedagogical and didactic exercise, developed since 2009 in the Faculty of Architecture of the Universidad Nacional de Colombia, Medellín campus, through which the concept of “nature” was rescued and approached in the teaching of Architecture, Engineering and Construction programs. The methodology combines research, teaching and cultural reflection, which has generated a critical position on the teaching-learning exercise at a time that seems to privilege the image of the project and social figuration to the detriment of technical concepts and urban and rural eco-systemic balance. The results obtained from the statistical data of the curricular programs are encouraging, given the participation of students, their multiculturalism and interdisciplinarity. In conclusion, it could be inferred that an impact on the university community is possible and, more importantly, on the urban ecosystem of the metropolitan area whose capital is Medellín.

Keywords: education; critical thinking; pedagogy; nature; ecosystem; environmental awareness.

O ensino da sustentabilidade no ensino superior como estratégia pedagógica para uma profissão integral

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar um exercício pedagógico desenvolvido desde 2009 na Faculdade de Arquitetura da Universidad Nacional de Colombia, campus Medellín, a partir do qual se resgata e aborda o conceito de “natureza” no ensino dos currículos de Arquitetura, Engenharia e Construção. A metodologia combina pesquisa, ensino e reflexão cultural, gerando uma posição crítica sob o exercício do professor numa época que tende a privilegiar a imagem do projeto e a figuração social em detrimento dos conceitos técnicos básicos e do equilíbrio ecossistêmico urbano e rural. Os resultados obtidos dos dados estatísticos dos programas curriculares são motivadores, tendo em vista a participação dos estudantes, seu multiculturalismo e interdisciplinaridade. Em conclusão, pode-se inferir que é possível um impacto na comunidade universitária e, mais importante ainda, no ecossistema urbano da região metropolitana de Medellín.

Palavras-chave: educação, pensamento crítico, pedagogia, natureza, ecossistema, consciência ambiental.

Introducción

Las reformas académicas realizadas en la educación superior colombiana a partir de 1992 no solo han incidido en el funcionamiento económico y de infraestructura de las universidades públicas (Ley 30 de 1992), también lo han hecho en la estructura académica de los programas profesionales, en tanto que sus currículos se han adaptado más a una demanda específica de competencias que a

una concepción integral de las profesiones. Si bien ha aumentado la movilidad de estudiantes y profesores junto a la actualización a un contexto globalizado, también la formación ha privilegiado el componente técnico en detrimento de la formación holística del futuro profesional. Por ejemplo, el programa de Arquitectura elimina de su pénsum asignaturas como Matemáticas Operativas, Física y Materiales; así mismo, en el programa de Construcción, de la misma facultad, se eliminan asignaturas como Expresión (dibujo, color, texturas), Volúmenes y Epistemología. Entonces, la arquitectura es debilitada en su componente matemático-técnico, en tanto que construcción se debilita en el estético-cultural. Sin embargo, hay una pérdida en común y, a criterio de los investigadores, más grave que las descritas, se trata de la ausencia de un pensamiento sistémico (Tobar et ál., 2019) y de la concepción ecológica de los hábitats intervenidos, tanto urbanos como rurales, en los cuales precisamente estos profesionales —arquitectos y constructores— tienen incidencia directa y significativa.

Por lo tanto, fue necesaria una mirada que replanteara el paradigma de enseñanza-aprendizaje. En ese sentido, se propuso a las directivas de la Facultad de Arquitectura la creación e implementación de espacios para la docencia reflexiva, cuyos objetivos trascenderían al cumplimiento de indicadores cuantitativos de contenidos y número de estudiantes atendidos (oferta y demanda). Para esto, fue muy positivo encontrar que la Universidad Nacional de Colombia cuenta con una estructura administrativa y académica que permite las propuestas innovadoras, las cuales apoya con el otorgamiento de espacios físicos y tecnológicos, y al permitir que las jornadas de los profesores puedan ser modificadas con una justificación argumentada. Apoyados en esta característica institucional, fue un poco más fácil para los investigadores convertir una idea en proyecto y, luego, en actividades que, hasta el día de hoy, no solo permanecen, sino que se han cualificado. Esto a tal punto que las experiencias basadas en un abordaje sistémico de la profesión en relación con la naturaleza y la sociedad pueden constituirse en actividades académicas nucleares de los programas de Arquitectura y Construcción.

A continuación, se presenta un contexto del ecosistema en el cual se inscribe esta experiencia y, posteriormente, se da paso a la metodología junto con sus resultados y conclusiones.

Contexto socioambiental del ecosistema urbano

Es conocida a nivel mundial la problemática ambiental, evidenciada a través de fenómenos como el cambio climático, el calentamiento global, el crecimiento dramático de los residuos, la tensión hídrica en regiones de todos los continentes, el consumo energético, entre otros. Ante un panorama como el anterior, es normal que se piense de inmediato en los procesos industriales basados en el consumo de combustibles fósiles o en la minería aurífera y su impacto en las corrientes de agua, o en el papel protagónico del automóvil en la sociedad actual y sus emisiones a la atmósfera; sin embargo, difícilmente se viene a la mente el ejercicio de la arquitectura y el diseño. En décadas recientes, el análisis sistémico de los procesos en general ha propiciado o significado un aporte para el entendimiento de cómo se comportan las sociedades y, también, de cómo impactan de manera holística los procesos de producción a todo nivel (Morin, 2003): materias primas, productos terminados, procesamiento de alimentos, confección de materiales compuestos, etcétera. En ese sentido, se propone estudiar la actividad edilicia desde el pensamiento complejo y la teoría general de sistemas (Bertalanffy, 1989), para hallar si bien un lamentable diagnóstico (Noguera-Ramírez, 2015), también una esperanzadora línea de acción y pensamiento (Girardet, 2001).

La ciudad de Medellín, Colombia, está ubicada a 1500 m s. n. m. y cuenta con una población de 2 508 452 habitantes para el año 2019, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2019). La construcción de edificios y de infraestructuras para transporte y educación, así como un incremento constante de viviendas en todos los estratos socioeconómicos, ha propiciado un impacto ambiental negativo en la región metropolitana del valle de Aburrá, cuya ciudad capital es Medellín. Dicho impacto

se puede resumir en que, al crecer los índices de la construcción (Cámara Colombiana de Construcción, 2019), crece también la demanda de recursos y la generación de residuos de todo tipo, siendo significativos los de construcción y demolición (RCD); al tener establecido un modelo de desarrollo económico basado en un flujo lineal que extrae recursos de la corteza terrestre y, luego, dispone los residuos sobre la misma, el panorama es el acumulamiento de un “pasivo ambiental” de impacto colectivo, aunque las obras construidas parezcan no tener que ver nada con ese asunto una vez son entregadas a la comunidad.

Con la aceleración de la construcción de viviendas, que en las cuatro décadas recientes ha obedecido más a un ejercicio de libre consumo que a un asunto de bienestar, han proliferado diseños estandarizados que no obedecen a la subjetividad y al contexto (Mejía, 2012), pues se aplica una misma plantilla tanto para un clima frío-húmedo como para otro cálido-seco; esto es un aspecto poco reflexionado en cuanto a temas tan consustanciales al habitar como el asoleamiento, la brisa, la lluvia, la humedad relativa, entre otras. Además, en unas condiciones climáticas tropicales, tiene validez entender las variables del lugar para interpretarlas de cara a la funcionalidad, pero también a la belleza del espacio diseñado y construido. Así que se pueden identificar los siguientes aspectos:

- Afectación de los ecosistemas por extracción de recursos para materias primas y por disposición de residuos de construcción y demolición generados.
- Condiciones de habitabilidad descontextualizadas del entorno ambiental y cultural.

Sin embargo, otro aspecto que preocupa al sector de la construcción son las nuevas formas en que los estudiantes de las facultades de arquitectura y diseño abordan la concepción de sus proyectos desde el mismo dibujo, pues los programas informáticos cada vez son más “completos” en cuanto a procesamiento de datos y realización de funciones, con lo cual el futuro profesional

descarga en los *software* la responsabilidad de la concepción de una idea (Herrera y Martínez, 2018). Si bien los programas informáticos han representado una clara ayuda para la realización de tareas repetitivas y demandantes de tiempo, es posible que por su buen recibimiento en las instituciones educativas y empresas se haya delegado al *software* la actividad de reflexionar sobre lo que concibe el diseñador, lo cual afecta la materialización del artefacto (producto, edificio, puente, etcétera). Un aspecto más del diagnóstico es:

- El abandono, incluso a nivel de los mismos currículos académico de las facultades, de la enseñanza, de la técnica y la materialidad (Sennet, 2009).

Metodología

Diagnóstico o situación problemática

Como se enunció, hay dos asuntos sobre los cuales se basa la postura del presente artículo: la naturaleza y la técnica. Aunque amplios, serán tratados de manera específica a la luz de su interacción con el diseño (arquitectura) y la materialización (construcción), ya que no debe concebirse un producto o servicio como la suma de hechos aislados, sino como un proceso simbiótico, mediante el cual el beneficio sea recíproco y a su vez las responsabilidades sean colectivas (Prada, 2009). En tal sentido, la concepción del espacio, que posteriormente será delimitado por la construcción, no debe ser una actividad alejada del hábitat en el cual se instaurará, como tampoco debe permanecer ajena a las dificultades que resultarán durante el proceso de su ejecución, es decir, en el artefacto diseñado y construido deben converger la funcionalidad, la resistencia, la durabilidad, la estética y la factibilidad económica, en pleno diálogo con las variables sociales y culturales recreadas en el lugar.

El impacto ambiental del diseño y la materialización

La construcción es uno de los renglones económicos que más moviliza recursos y mano de obra en el mundo, por eso es uno de los puntos significativos en el Producto Interno Bruto (PIB) de muchos países, tal es el caso de Colombia. Sin embargo, la construcción es también uno de los ejercicios antrópicos más contaminantes en el mundo, dado que, debido al modelo de flujo lineal, requiere de ingentes cantidades de materias primas para la confección de materiales como el concreto, el acero, el vidrio y el aluminio; a su vez, genera quiza la mayor cantidad de residuos, en una proporción de 3 a 1 con respecto a los residuos sólidos urbanos (RSU). Por ejemplo, en una ciudad como Medellín, se generan diariamente 2400 toneladas de RSU, mientras que en cuanto a RCD se generan aproximadamente 7500 toneladas por día, según datos de la autoridad ambiental del Valle de Aburrá proyectados a 2017 (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2006); en Bogotá y en Cali también se presenta una relación idéntica. Los edificios son consumidores importantes de energía dado que su climatización e iluminación requiere de este recurso, pero cabe destacar que este aspecto se ha profundizado en las últimas décadas debido a la implementación de equipos de aire acondicionado y de calefacción que, derivado de un incorrecto ejercicio arquitectónico, se vuelven “necesarios” para el confort de los espacios habitados.

Si se hace un repaso de la obra de Vitruvio (Valencia, 2010) puede encontrarse que allí hay tanta sabiduría como sentido común; los hay en las recomendaciones de la disposición de las fachadas según la inclinación del sol; en las aberturas de los muros según la dirección de las corrientes de aire; en la confección de los materiales según el emplazamiento. Como una analogía, podría decirse que así mismo se comporta el ser humano, pues es difícil encontrar a alguien con abrigo y guantes de lana caminando por una de las calles de La Habana o de Medellín a mediodía; así mismo, ver a alguien vestido de pantalones cortos y una camiseta de algodón ligera, sin más que unas sandalias abiertas en sus pies, caminando por las calles de Zúrich en pleno invierno. En la actualidad, a diferencia de la época de Vitruvio, se tienen aún más

claras las variables climáticas y su incidencia en los ecosistemas, ¿por qué concebir una fachada abierta a los rayos del sol en una zona del trópico en la cual éstos dan de manera perpendicular a la superficie?, ¿por qué emplear agua potabilizada en procesos que no requieren de ella, como el vaciado de aparatos sanitarios? o ¿por qué importar materiales de zonas distantes para la construcción de una vivienda y no emplear los existentes en el mismo sitio de la obra? La respuesta a estos interrogantes puede ser que, por el afán de producir en serie —hasta los edificios se producen hoy así— y de figurar en el contexto internacional como ciudades innovadoras y modernas, se haya hecho una ruptura con la naturaleza, lo cual va en desmedro no solo de los ecosistemas de la corteza terrestre, sino también de la identidad de las comunidades, las cuales ven cómo otras formas de habitar les son impuestas por una espacialidad concebida por profesionales y empresas que se direccionan hacia una sociedad de certificaciones y premios.

El desconocimiento de la técnica y la materialidad para el diseño

Cuando se es profesor en una facultad donde convergen estudiantes de arquitectura, construcción e ingeniería y a su vez se ha tenido la valiosa oportunidad de vivir un “cambio de época tecnológica” en la cual se pasa del dibujo a mano al asistido por computador, además de la experimentación en el laboratorio a la simulación informática, se puede analizar y concluir sobre cómo estos aspectos han impactado a la comunidad universitaria y a la sociedad. Hacia mediados de la década del ochenta, las computadoras personales se volvieron algo menos extraño en los hogares e instituciones educativas, de modo que se presentó una nueva forma de realizar actividades como la digitación de trabajos escritos, que antes eran realizados mediante la técnica mecanográfica y representaban un gran esfuerzo. A mediados de la década del noventa, cuando ya era un hecho cotidiano digitar textos en Word y calcular operaciones en Excel, se consolidó el dibujo asistido por computador (CAD, por su sigla en inglés). Esto supuso que tanto la escritura como el dibujo a mano pasaran a otra dimensión menos material, la primera con la digitación y la segunda con la acción de comandos;

se volvieron actividades en las cuales ya no era necesario el empleo del papel, el lápiz y las escuadras. Pero el uso iconoclasta de estas tecnologías informáticas también supuso el abandono de algo que, precisamente a lo largo de miles de años, generó la evolución de la cultura humana, se trata de la relación cabeza-mano que deriva en una actividad neural cualificada y complejizada (Leroi-Gourhan, 1971).

Así mismo, puede decirse que las herramientas informáticas han incidido en cómo se enfrenta el estudiante y el joven profesional del diseño a la materialización del objeto proyectado, sea este un bolígrafo, un auto o un edificio. Este cambio de época no solo aplica a la escritura, al dibujo y a la relación mano-cabeza, también aplica para analizar la relación entre mano-material y la sensación de texturas, densidades y consistencias (Bachelard, 1994). Si bien es cierto que la simulación por medio de *software* se ha convertido en una herramienta que aporta a las distintas disciplinas dedicadas al diseño y a la confección de productos, también lo es que la pantalla no permite la necesaria interacción entre el diseñador y la materia, lo que anula la posibilidad de que su cerebro correlacione la información de la materia prima con el desempeño y la estabilidad del artefacto confeccionado e instalado en un hábitat específico. Sin duda alguna la representación gráfica es una de las mejores herramientas para el entendimiento de la espacialidad y la futura concepción material de lo diseñado, tal vez por esto los programas computacionales orientados a la representación en 2D y 3D han calado hondo en las oficinas de profesionales del diseño y en las instituciones educativas dedicadas a estas disciplinas; sin embargo, este auge de *software* para modelaciones y representaciones no corresponde con el abandono y la paulatina eliminación de asignaturas que trabajan la técnica y los materiales en los pénsum de las facultades. En tal sentido, esta investigación reflexiona sobre cómo en un programa de arquitectura se consolidan las aulas TIC para la modelación y, en cambio, se eliminan asignaturas como Diseño de Estructuras, Cálculo, Álgebra y Ciencia de los Materiales, esta última convertida en una asignatura de libre elección que puede o no ser inscrita por los estudiantes.

Esta situación problemática o diagnóstica puede resumirse en dos aspectos principales: la desconexión de la actividad del diseño con la naturaleza y el desconocimiento de la interacción de la técnica y los materiales con esta misma. Pero, una vez realizado el diagnóstico, el deber de los profesores adscritos a este ejercicio de enseñanza-aprendizaje, como actividad impactante en la realidad de la sociedad, es ocuparse por entender ese contexto e invitar a la implementación de un ejercicio reflexivo, holístico, que pueda integrar a la actividad del diseño las variables del lugar y las características intrínsecas de la materialidad como un hábito.

Resultados y discusión

Sostenibilidad ecológica y pedagogía

El modo de abordar la problemática fue identificar las estrategias que posibilitaran escenarios para la discusión entre docentes y alumnos —sobre el ejercicio del diseño y la construcción— en relación con el ambiente y la sociedad, entendida como receptora de las decisiones tomadas por los profesionales en cuanto a la modificación o alteración de los hábitats existentes, tanto intervenidos como no intervenidos desde el punto de vista de la urbanización. En tal dirección, los profesores investigadores propusieron la creación de asignaturas encaminadas a propiciar una formación universitaria sistémica y complejizadora (Gaciandía, 2011), las cuales sea inherentes al desarrollo temático de los programas de Arquitectura, Construcción e Ingeniería, una mirada del contexto —paradigma ecológico— y una interacción con las sustancias que luego, a una mayor escala, constituirán el edificio diseñado (León, 2016).

Las asignaturas en el pregrado

En la actualidad se cuenta con dos asignaturas creadas desde el año 2008, ambas de libre elección, lo que significa que, además

de los estudiantes de las carreras de Arquitectura y Construcción, también las pueden cursar estudiantes de otros programas como Ingeniería Civil, Matemáticas, Artes, Historia, Ingeniería Física; esto permite la interacción de disciplinas diferentes pero convergentes entre sí en cuanto a la comprensión de los hábitats como elemento común para el desarrollo de cada una de ellas (Herrera, 2017).

Cátedra electiva en Construcción Sostenible

Esta asignatura se creó en el año 2008 y fue aprobada por el Concejo de Facultad para impartirse desde el 2009; hasta el momento actual ha presentado una gran aceptación por parte de la comunidad universitaria. En esta asignatura se estudia la arquitectura y la construcción como hechos conexos o interdependientes con las variables ambientales y socioculturales del emplazamiento, lo cual propicia la reflexión del alumno más allá del contenido técnico de actividades operativas como la ejecución de proyectos y sus costos o viabilidad. Entre otras, las temáticas vistas son: conceptualización de la construcción sostenible (Bedoya, 2011); flujos de energía y materiales; análisis de ciclo de vida; uso sostenible del agua en la edificación; eficiencia energética; bioclimática; ecomateriales; ética.

Las temáticas mencionadas se combinan con salidas de campo en las cuales se puede observar tanto un proyecto que tuvo en cuenta los parámetros de sostenibilidad desde el comienzo, como otro que obedeció a una mirada estrictamente de flujo lineal. Una vez el curso ha avanzado en conceptos, se llevan al aula invitados que han desarrollado edificaciones y urbanismo a la luz de la sostenibilidad ecológica, de esta manera el estudiante, como futuro profesional, puede evidenciar la posibilidad de afrontar los proyectos de una manera distinta a la metodología convencional que las empresas constructoras han posicionado al dar prelación a la rentabilidad económica por encima de la habitabilidad y el bienestar. En la parte final del curso electivo, los estudiantes realizan un trabajo exploratorio reunidos en grupos, el cual tiene dos momentos: un primer momento que es la exploración y obtención de información, y un segundo momento que es la socialización escrita y oral de la experiencia ante compañeros e invitados externos. La calificación

pasa a un segundo plano, pues la evaluación es integral y los estudiantes no solo presentan excelentes trabajos, sino que, además, dan a conocer una alegría y un nexo con la temática trabajada por ellos, esto deriva, en algunos casos, en sus propios trabajos de grado, propuestas para continuar un posgrado y, como ya se ha visto, en la creación de sus proyectos de vida profesional.

Figura 1. Diseño y construcción de una vivienda sostenible



Fuente: Bedoya (2014).

En la figura 1 se observa una vivienda que fue diseñada y construida por dos arquitectos egresados de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Isabel Correa y Jorge Moreno, ellos conocieron en el pregrado los fundamentos de la construcción sostenible y, posterior a su graduación, continuaron con sus estudios de posgrado en esta temática y decidieron crear una empresa dedicada al diseño, construcción y rehabilitación de edificaciones sostenibles.

La casa que se observa en la figura 1 se construyó entre el 2013 y comienzos del 2014, para convertirse en la casa modelo. Esta construcción cuenta con un diseño que tiene en cuenta la iluminación y la ventilación natural; reciclaje de aguas lluvia; energía con paneles solares térmicos para el calentamiento de agua y fotovoltaicos para las bombillas que son de bajo consumo. En cuanto a la materialización, la vivienda fue construida empleando

el suelo residual de las excavaciones del terreno, es decir, se pasó de ver en los RCD generados un residuo para valorizarlo como material; se empleó guadua para estructuras de soporte de cubiertas; también se erigieron paredes en bahareque y, bien importante decirlo, la unidad de producción se ubicó en el lote del proyecto, lo cual generó un flujo semicerrado de materiales y energía. Su costo fue menor que si se hubiera empleado un método de construcción convencional.

Figura 2. Vivienda autosostenible Nasua



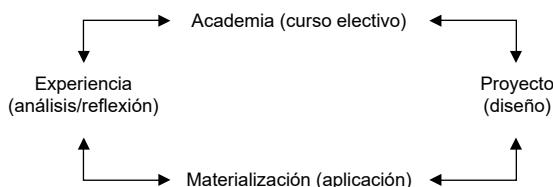
Fuente: Bedoya (2016).

En la figura 2 se ve el resultado de un proyecto colaborativo entre egresados y profesores de las facultades de Arquitectura y de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. De la primera hace parte un egresado de Arquitectura, como diseñador del proyecto —en este caso una vivienda de 70 metros cuadrados ubicada en el municipio de Rionegro, Antioquia—, y dos profesores del programa de Construcción en los aspectos de sostenibilidad ecológica y procesos; de la segunda facultad es egresado el ingeniero civil calculista, además del posgrado en Estructuras. Se suma a este grupo de personas una ingeniera ambiental que dio las directrices de paisajismo y flujos de energía para el funcionamiento de la vivienda una vez construida.

La vivienda Nasua se construyó aprovechando el material de excavación (en vez de llevarlo a una escombrera) y aplicando los

conceptos desarrollados en el curso electivo de Construcción Sostenible, tales como flujos no lineales de energía y materiales, ecomateriales y eficiencia energética. De ahí que, con estas experiencias a escala real, se presenta una situación de reciprocidad en cuanto se aplica lo aprendido y se aprende de lo aplicado, como quiera que se maduran o cualifican los conocimientos según la materialización y lo que ello implica (ver figura 3).

Figura 3. Diagrama de actividad recíproca docencia-aplicación



Fuente: elaboración propia.

Cátedra electiva en Construcción, Naturaleza y Cultura

En el año 2013, cuando ya se ha consolidado la electiva anteriormente descrita, se piensa en fortalecer el aspecto conceptual de la sostenibilidad ecológica de los hábitats en relación con el ejercicio del diseño y la construcción, por lo que se propone la creación de una nueva electiva para el pregrado; así, el Consejo de Facultad aprueba la asignatura Construcción, Naturaleza y Cultura, la cual se comienza a impartir desde el primer semestre del año 2014. Esta electiva, al igual que la de Construcción Sostenible, ha sido de una gran aceptación por parte de los estudiantes de la Universidad y de otros países, pues se ocupa la totalidad de los cupos en cada versión.

Esta asignatura profundiza en la conceptualización filosófica de la sostenibilidad ecológica y su relación con la construcción como hecho cultural antrópico, lo cual invita al estudiante a reflexionar constantemente sobre el desarrollo de una actividad tan impactante para el ambiente como la construcción y su diálogo con la naturaleza como base o sustento de ella misma (Serres, 2004).

Durante el desarrollo del curso, los estudiantes se ven exigidos por las lecturas que se les encargan, dado que son de un tipo más filosófico y conceptual que técnico; por ejemplo, se hace un recuento del concepto de naturaleza desde los clásicos, tomando como pensadores guías a Epicuro y a Lucrecio (Lucrecio, 2003). Luego de las lecturas, se invita al estudiante a escribir y a leer un ensayo corto ante el grupo, esta experiencia es de gran exigencia para los estudiantes y, una vez afrontada, evidencia una cualificación en el pensamiento y la manera de cómo se ve el hábitat y la construcción, o mejor su interacción. En el curso también se estudia el aspecto de la ciudad como patrimonio y la arquitectura y la construcción sostenibles como patrimonio futuro, a partir de una salida de campo urbana, donde la mirada de los distintos “núcleos” de la ciudad muestra las migraciones y su inserción en la urbe con todos sus imaginarios. En la parte final, se conforman grupos y los docentes escogen diferentes proyectos urbanos para que sean estudiados y expuestos a partir de la metodología de Laboratorio de Ciudad. En este importante ejercicio se analiza el proyecto desde las miradas del diseño, los sistemas y materiales constructivos, su impacto en el ambiente y en las dinámicas sociales y culturales de las comunidades afectadas (ver figuras 4, 5 y 6).

Figura 4. Salida de campo al cerro El Volador



Fuente: Bedoya (2014).

Figura 5. Muestra cultural de estudiantes de intercambio, México

Fuente: Bedoya (2018).

Figura 6. Cierre del curso con actos gastronómicos y culturales de Francia, México y Colombia

Fuente: Bedoya (2018).

Luego de las exposiciones, los profesores concluyeron que es evidente la cualificación del discurso de los futuros profesionales del diseño arquitectónico y de la construcción, ya que su análisis trasciende al artefacto mismo para complejizarse y tener en cuenta las variables del contexto donde se hará la intervención edilicia y urbanística.

Cátedra intersemestral Laboratorio de Materiales de Construcción para arquitectos diseñadores

Con esta asignatura se busca subsanar el vacío técnico de la carrera de arquitectura, ya que, con las reformas experimentadas desde 1992, las materias de tipo técnico y matemático, tales como cálculo, álgebra, análisis estructural y laboratorio de materiales fueron minimizadas. Antes de la primera reforma de la década de los noventa, los estudiantes de arquitectura no solo cursaban las asignaturas propias del diseño, sino que contaban con un componente técnico importante, además de necesario. Sin embargo, con el ingreso de los programas informáticos y su posterior consolidación como herramientas casi indispensables, la representación del proyecto adquirió una dimensión que, tal vez por su impacto en las decisiones acerca de su pertinencia, minimizó la importancia de los aspectos técnicos en la concepción de una obra y en la misma representación gráfica. Algo que debería ser obligatorio para quien va a diseñar un artefacto —edificio, automóvil, esfero—, como lo es conocer las características físico-químicas del material, su textura, su desempeño a esfuerzos y su durabilidad; esto parece no ser importante para una profesión como la arquitectura, pues al no encontrar estas opciones u obligaciones en el currículo, el mensaje que se le da al estudiante es que debe privilegiar la imagen, de modo que pierde el aprestamiento que, desde su formación básica de primaria y secundaria, había adquirido hacia las matemáticas, la física, la química y los materiales.

En una sociedad que cada día está más interconectada por los dispositivos móviles y las redes de la información, se escribe menos y se opta más por oprimir la tecla que, de una vez, con un símbolo, resume una frase y hasta un estado de ánimo. Así, la actividad neuronal se ve sacrificada en función de la imagen positiva. El estudiante y el arquitecto asumen que el comando elegido es el correcto y, por eso, la respuesta graficada en la pantalla es correcta, pero no por ello es inteligible y reflexionada; en otras palabras, las mínimas capacidades de representación o graficación se pasan de lado por considerarlas básicas y demandantes de tiempo. Un ejemplo de esto es la dificultad

para hacer detalles constructivos y para analizar los resultados de las tablas de Excel por parte de estudiantes de Arquitectura, Construcción e Ingeniería, lo cual se evidencia a través de un simple ejercicio realizado en el curso de Instalaciones Básicas, el cual consiste en trazar en planta una red sencilla para gas natural. El mutismo es general al no permitir que los estudiantes usen el computador con el programa que levanta toda la información de una vez y al solicitarles que, de ese dibujo en planta, elaboren el esquema en tres dimensiones con ángulos de 30° a cada lado. De un grupo de 25 estudiantes, solo uno o dos lograron realizar el 3D a mano alzada o con el apoyo de escuadras. Lo que queda claro es que la relación de la cabeza con la mano está en crisis y no es para bien (Pallasmaa, 2014).

Al igual que con el dibujo, se nota una desconexión de la imagen del proyecto diseñado con su materialización. El estudiante y el joven diseñador, al no tener asignaturas nucleares que estudien las generalidades de los materiales de construcción y la confección de los más populares (el concreto, el mortero y los cerámicos), se concentran en la forma y la expresan por medio de *software*, los cuales si bien representan volumétricamente el edificio, no le dan al diseñador la información verdadera de los atributos de los materiales, pues asignan atributos de complicados algoritmos. La simulación está bien, pero el encargado de dicha actividad debe obtener primero la información necesaria del objeto derivada de la experiencia material. Una vez el estudiante de arquitectura y construcción entra al laboratorio y conoce las materias primas más empleadas en las edificaciones a nivel mundial y, luego, la confección de un material compuesto como el concreto u hormigón, hallan, a través del tacto y la fuerza, la información veraz sobre aquella materia que posteriormente hará parte de la estructura o soporte de su obra. La densidad, su textura y su fragilidad, por ejemplo, han pasado por el cuerpo y la mente del diseñador y del constructor, esto hace que la imagen del proyecto representado conviva entre lo inmaterial y lo material, pero difícilmente entre lo diseñado y lo poco factible.

Estadísticas del impacto en la población universitaria

Con la colaboración de la oficina de Admisiones, Registro y Matrícula de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, se elaboró una estadística de estudiantes que han cursado las asignaturas ya descritas. Se tuvieron datos tales como número de estudiantes por semestre y año; carreras o programas curriculares impactados; y, número total de estudiantes. En la tabla 1, se muestran dichas estadísticas.

Tabla 1. Cantidad de estudiantes por semestre y año que cursaron las electivas

Año	Semestre 01	Semestre 02	Número de estudiantes
2009	51	37	88
2010	36	38	74
2011	37	43	80
2012	44	33	77
2013	34	36	70
2014	59	64	123
2015	50	48	98
2016	58	54	112
2017	42	47	89
2018	36	38	74
2019	45	-	45
Total	492	438	930

Fuente: Admisiones y registro UN, 2019.

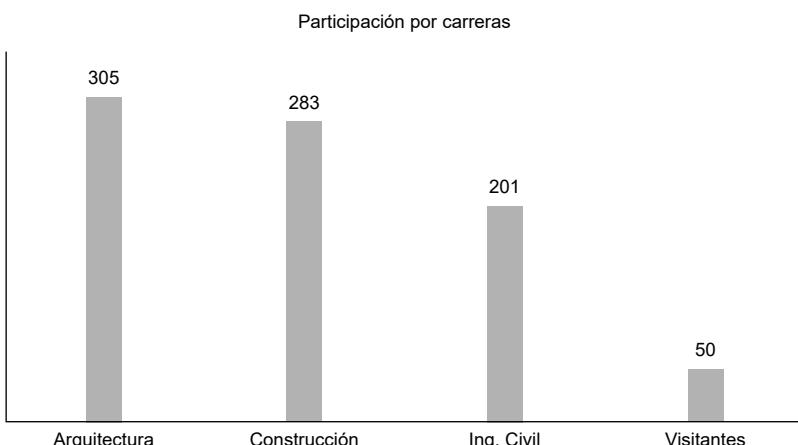
Otro aspecto bastante positivo es la participación de estudiantes de todas las facultades de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, lo cual evidencia un acierto desde la oferta académica y una interdisciplinariedad que cualifica el ejercicio de enseñanza y aprendizaje del grupo profesoral y de estudiantes. En la tabla 2, se muestran las facultades con sus distintos programas curriculares que han participado de las asignaturas.

Tabla 2. Estudiantes por facultades y programas

Facultad	Programa curricular	Número de estudiantes
Arquitectura	Arquitectura	305
	Artes Plásticas	4
	Construcción	283
Ciencias	Estadística	4
	Ingeniería Física	2
	Matemáticas	4
Ciencias Agrarias	Ingeniería Agrícola	2
	Ingeniería Agronómica	2
	Ingeniería Forestal	4
Ciencias Humanas y Económicas	Ciencia Política	1
	Historia	5
	Economía	1
Minas	Ingeniería Administrativa	2
	Ingeniería Ambiental	19
	Ingeniería Civil	201
	Ingeniería de Control	6
	Ingeniería de Minas y Metalurgia	4
	Ingeniería de Petróleos	3
	Ingeniería Eléctrica	5
	Ingeniería Geológica	5
	Ingeniería Industrial	7
	Ingeniería Mecánica	8
	Ingeniería Química	3
Estudiantes Visitantes	Arquitectura, Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental	50

Fuente: Admisiones y registro UN, 2019.

Figura 7. Distribución por programas que inciden principalmente en la actividad edificadora y de estudiantes visitantes



Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

El haber realizado el diagnóstico para establecer la situación problemática generó una crisis que (Kuhn, 2004), una vez superada, permitió establecer las líneas de acción para implementar y consolidar estrategias académicas que pudieran integrar las competencias básicas de los programas de la Facultad de Arquitectura con aspectos holísticos como el ambiente, la cultura, la economía y la técnica. Para este fin es muy positiva la estructura académico-administrativa de la Universidad Nacional de Colombia, pues permite la creación de proyectos con libertad de cátedra.

Las cátedras electivas que abordan el aspecto de la construcción en relación con la naturaleza y la técnica se han consolidado en el ambiente universitario si ser demandadas semestralmente por estudiantes de más de 20 programas curriculares, entre los más representativos arquitectura, construcción e ingeniería civil. Esto representó un importante desafío pedagógico y didáctico para los profesores, ya que la interacción académica trascendió a los dos

programas base de la facultad (Arquitectura y Construcción); sin embargo, la exploración de estrategias como el seminario alemán alternado en sesiones permitió cualificar un ejercicio recíproco en el aula de clases. La elaboración de informes individuales, que luego se contrastaban por parejas y posteriormente a modo grupal, hace que todos los estudiantes participen activamente por medio de la lectoescritura, la cual, con las exposiciones, enriquecen la capacidad argumentativa del futuro profesional.

La posibilidad de brindar a los estudiantes el acceso a las prácticas de laboratorio para materiales de construcción ha generado un interés creciente en los estudiantes y docentes de ese programa curricular por devolverle los componentes técnicos y matemáticos a esta formación disciplinar. También es positivo poder reflexionar sobre la utilidad de las herramientas informáticas en la representación gráfica de los proyectos, siempre y cuando el personal entienda qué está haciendo y pueda discernir sobre lo fehaciente de los datos obtenidos.

El ejercicio de investigación formativa en el pregrado es de gran relevancia para el desarrollo del programa curricular mismo, como también para la obtención del criterio profesional del estudiante; sin embargo, es incluso de mayor importancia cuando los egresados acuden al posgrado, a nivel de maestría investigativa, en la medida en que sus preguntas y anteproyectos de investigación presentan una mayor cualificación para emprender luego el proyecto de tesis. Además, la participación en actividades extramurales y poder socializar sus avances en eventos de tipo local e internacional (Cerón, 2012), robustecen el panorama profesional e intelectual del diseñador y del constructor.

Sobre los autores

Carlos Mauricio Bedoya M. Profesor de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, arquitecto constructor y magíster en Hábitat de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín;

doctor en Proyectos de la Universidad Internacional Iberoamericana de México.

Jhon Muñoz Echavarría. Profesor de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, sociólogo de la Universidad de Antioquia, licenciado en Educación y magíster en Estudios Urbano-Regionales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Referencias

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2006). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS*. AMVA.

Bachelard, G. (1994). *La tierra y los ensueños de la voluntad*. Fondo de Cultura Económica.

Bedoya, C. (2011). *Construcción sostenible. Para volver al camino*. Diké.

Bertalanffy, L. (1989). *Teoría general de los sistemas*. Fondo de Cultura Económica.

Cámara Colombiana de la Construcción [Camacol]. (2019). *Construcción en Cifras*. https://camacol.co/sites/default/files/descargables/Proyecto%20Investigativo%20del%20Sector%20de%20la%20Construccion_0.pdf

Cerón, J. S. M. (2012). La internacionalización de la educación superior, factor clave para fortalecer la calidad educativa y mejorar las condiciones de vida de la sociedad. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 4(2). <https://doi.org/10.15332/s1657-107X.2011.0002.03>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2019). Así es Medellín. *Medellín cómo vamos*. <http://www.medellincomovamos.org/la-ciudad>.

Garciandía-Imaz, J. (2011). *Pensar sistémico. Una introducción al pensamiento sistémico*. Pontificia Universidad Javeriana.

- Girardet, H. (2001). *Creando ciudades sostenibles*. Tilde.
- Herrera, J. y Martínez Ruiz, Á. (2018). El saber pedagógico como saber práctico. *Pedagogía y Saberes*, (49), 9-26. <https://doi.org/10.17227/pys.num49-8167>
- Herrera, J. D. (2017). La relación escuela - comunidad: un análisis desde la teoría de sistemas a nueve experiencias de América Latina. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 9(1). <https://doi.org/10.15332/s1657-107X.2016.0001.01>
- Kuhn, T. (2004). *Estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica.
- Lucrecio. (2003). *La naturaleza de las cosas*. Alianza Editorial.
- León Palencia, A. (2016). Una aproximación a las discusiones en el campo de la educación y la pedagogía: Estado de la cuestión. *Pedagogía y Saberes*, (44), 93-103. <https://doi.org/10.17227/01212494.44pys93.103>
- Leroi-Gourhan, A. (1971). *El gesto y la palabra*. Universidad Central de Venezuela.
- Ley 30 de 1992 (28 de diciembre), *Por la cual se organiza la Educación Superior*. https://www.redjurista.com/Documents/ley_30_de_1992_congreso_de_la_republica.aspx#/
- Mejía-Escalante, M. (2012). Habitabilidad en la vivienda social en edificios para población reasentada. El caso de Medellín, Colombia. *EURE (Santiago)*, 38(114), 203-227. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612012000200008>
- Morin, E. (2003). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.
- Noguera-Ramírez, C. y Parra León, G. (2015). Pedagogización de la sociedad y crisis de la educación. Elementos para una crítica de la(s) crítica(s). *Pedagogía y Saberes*, (43), 69-78. <https://doi.org/10.17227/01212494.43pys69.78>
- Pallasmaa, J. (2014). *La mano que piensa*. Gustavo Gili.
- Prada, M. (2009). La conquista de ser sujeto: vocación ontológica, conciencia crítica y proyecto. *Pedagogía y Saberes*, (30), 9-18. <https://doi.org/10.17227/01212494.30pys9.18>

Sennet, R. (2009). *El Artesano*. Anagrama.

Serres, M. (2004). *El contrato natural*. Pre-Textos.

Tobar, D. N., Carabalí-Banguero, D. J. y Bonilla, D. S. (2019). La huerta escolar como estrategia en el desarrollo de competencias y el pensamiento científico. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 13(1), 101-112. <https://doi.org/10.15332/25005421/5462>

Valencia, A. (2010). *Los diez libros de Vitruvio*. Universidad de Antioquia.

