

## Investigación formativa en la Escuela de Microbiología de la Universidad de Antioquia: teoría y práctica

Research training in the School of Microbiology of the Universidad de Antioquia: theory and practice

Leonardo A. Ríos-Osorio\*§, Alejandro de J. Mesa-Arango†, Mario A. Zapata-Tamayo‡§

### RESUMEN

La investigación formativa es una estrategia pedagógica que fomenta el Concejo Nacional de Acreditación de los programas de Educación Superior en el Ministerio de Educación de Colombia. A través de esta estrategia se estimula en los estudiantes una actitud positiva frente a la investigación científica, asumida como un proceso dinámico y no como una actividad mecánica. Más que la apropiación de un método, la actitud investigativa por parte de los estudiantes es el fin que se espera con la investigación formativa. En este artículo se presentan los fundamentos de la investigación formativa, sus diferentes acepciones y la operacionalización de dicha estrategia en el plan de estudios de los programas de pregrado en Microbiología de la Escuela de Microbiología de la Universidad de Antioquia.

### PALABRAS CLAVES

Docencia. Formación en Investigación. Investigación Formativa. Microbiología. Universidad.

### ABSTRACT

Research training (formative research) is a pedagogic strategy promoted by the National Council for Certification of Higher Education Programs of the Colombian Ministry of Education. This strategy encourages students to develop a positive attitude to scientific research, in which scientific research is seen as a dynamic process rather than as a mechanical or routine activity. The goal of research training is to give students an opportunity to experience the attitude of

scientific research and not just to learn methods, thus emphasizing a process rather than a product. In this paper we present foundations and different concepts of research training, and describe how this strategy is implemented in microcurricula of Microbiology Graduate Programs in the Microbiology School of the Universidad de Antioquia.

### KEY WORDS

Formative Research, Microbiology, Research Training, Research sensu stricto, Teaching, University.

\*Bacteriólogo y Laboratorista Clínico. Especialista en Parasitología Humana. PhD. en Sostenibilidad, Universidad Politécnica de Catalunya. Profesor Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia. †Bacteriólogo y Laboratorista Clínico. Magíster en Educación. Candidato a Doctor en Pedagogía. Profesor Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia. ‡Bacteriólogo y Laboratorista Clínico. Especialista en Epidemiología. Magíster en Básicas Biomédicas. §Grupo de Investigación en Salud y Sostenibilidad, Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia. Contacto: Leonardo A. Ríos Osorio: [mleonardo@udea.edu.co](mailto:mleonardo@udea.edu.co)  
Recepción: 17-03-2010. Aceptación: 10-04-2010.

## INTRODUCCIÓN

Investigar es ir en busca de los vestigios, de las huellas. La palabra investigar se usa en diversas formas en el lenguaje común y en lo que atañe a la Universidad; la investigación es el proceso sistemático y riguroso mediante el cual la ciencia amplía sus fronteras.

La ciencia es el producto del uso de un método a través del cual se aspira a formular leyes que rigen los fenómenos. La ciencia amplía sus límites a través de lo que se ha denominado investigación propiamente dicha, para distinguirla de los ejercicios de la investigación formativa.

La investigación “propiamente dicha”, “en sentido estricto” o “profesional”, a la cual se conoce sencillamente como *investigación*, puede entenderse como el “proceso sistemático de producción de conocimiento significativo en el contexto de un paradigma; conocimiento cuya originalidad y legitimidad pueden ser reconocidos por la correspondiente comunidad académica”.<sup>1</sup> A este concepto es al que hacen alusión la Ley 30 de 1992, y el decreto 2566 de septiembre de 2003. Los centros de investigación de las universidades y las líneas y proyectos de investigación de las diferentes disciplinas y profesiones, apuntan en dirección de promover y desarrollar la investigación propiamente dicha o en sentido estricto en las instituciones universitarias.

Investigación y ciencia son temas recurrentes en educación superior, y no es para menos, ya que la discusión en estas materias por el *telos* de la universidad, no está resuelta en los pregrados, como sí parece estarlo en los posgrados. Sin dudar que los estudiantes de pregrado han de contar con algún nivel de formación en investigación, éste se orienta en las universidades, generalmente, bajo la modalidad de contenidos de metodología de la investigación.

Indudablemente, el modelo pedagógico determina la metodología que se adopte para la formación. La Escuela de Microbiología adoptó la investigación formativa como modelo para dar respuesta a la necesidad de formación en investigación, toda vez que ella está animada por una perspectiva constructivista, coherente con la propuesta de transformación curricular, cuyo énfasis con respecto a la investigación estaba en la metodología, hacia un currículo abierto, flexible y pertinente en la propuesta actual, cuyo énfasis son los proyectos emprendidos por los grupos de estudiantes y cuyo éxito se pondera en términos del aprendizaje

significativo logrado por ellos tanto en la metodología como en el tema específico de que trata su proyecto.

En este artículo se presenta la discusión teórica y conceptual que anima la propuesta de investigación formativa en la Escuela de Microbiología desde sus elementos relacionales con la misión de la Universidad y con la docencia, desde los conceptos de investigación formativa e investigación propiamente dicha, para presentar, finalmente, una síntesis de la forma en que, a través de los proyectos curriculares del núcleo de investigación, se operacionaliza la propuesta.

### INVESTIGACIÓN Y UNIVERSIDAD

La Universidad debe desarrollar investigación, pero también debe formar a las nuevas generaciones en la cultura investigativa. Esto se constituye en un reto que debe encarar la universidad colombiana, en el marco de los procesos de renovación curricular generados a partir de las exigencias para la acreditación. La investigación ocupa un lugar destacado en la reciente legislación colombiana sobre educación superior, hasta tal punto que para ostentar el título de Universidad, ésta debe promover y desarrollar la investigación como eje, al lado de la docencia y la extensión. La investigación ha de contribuir a la construcción de la nueva universidad, cuyos esfuerzos estarán ahora orientados a la formación de profesionales autónomos, capaces de abrir espacios y contribuir a la solución de los problemas sociales, en lugar de actuar como dependientes, de quienes se espera la realización de algunas actividades predeterminadas.<sup>2</sup>

En Colombia ha habido, en los últimos años, mucha discusión acerca de la inversión en investigación. Se reconoce que para marchar en pos del desarrollo es preciso invertir grandes recursos, que son, a la vez, requeridos para resolver agudos problemas sociales. La investigación, o mejor “la cultura investigativa” de que habla el decreto 2566 de la Constitución Nacional, no se logra mediante la inversión de uno o dos gobiernos, que con recursos generalmente limitados esperan obtener grandes resultados en el corto plazo. Más bien, es el producto de una política de Estado, sostenida, que involucre, por supuesto, importantes inversiones.

A pesar de que la universidad, desde su aparición, no estuvo involucrada en la producción, sino en la transmisión de conocimientos,<sup>1</sup> hoy en día, en nuestro país, es de esperarse que esta institución, cuyo insumo es precisamente el conocimiento, no sólo lo produzca

sino que lo movilice y lo utilice para resolver problemas y aminorar el impacto social y económico derivado de la dependencia científico tecnológica.

Para garantizar un desarrollo sostenible, además de recursos para la investigación propiamente dicha, se necesita preparar, desde la universidad, a la siguiente generación de egresados de las profesiones o disciplinas.

### INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA

Algunas universidades han querido entrar en el camino de la investigación, mediante planes de trabajo de los profesores quienes, ahora, además de enfrentar la crisis derivada de la tensión producida por el cambio de paradigmas en educación, deberán fijar sus ojos en actividades investigativas, para las que muchos carecen no solo de experiencia, sino de vocación.

En efecto, ante la necesidad de relacionar la docencia y la investigación, como ejes de la vida académica de la universidad, se ha venido promoviendo la idea de que buenos docentes deben ser buenos investigadores, y viceversa. Sin embargo, si bien no se discute la necesidad de armonizar ambas actividades en la educación superior, ellas no confluyen necesariamente en un mismo profesor, y más aún se considera injusto pedir a todos los profesores de una institución que realicen con éxito todas las tareas universitarias, independientemente de su entrenamiento y experiencia.<sup>3</sup> Garritz señala, entre otras cosas, que la actividad investigativa no determina la buena o mala calidad de la docencia y que la percepción que los estudiantes tienen del saber del profesor está más determinada por su actitud frente a la enseñanza, que por el número de publicaciones que haya realizado. El hecho de que se combinen ambas actividades, al margen de la vocación y las actitudes del profesor, puede generar mediocridad, contra la cual la Universidad debe dar una lucha frontal.

Contraria a algunos de esos puntos de vista, se muestra la autora Juana Sancho, quien piensa que la actividad investigativa no solamente mejora la enseñanza, sino que la apoya, ya que algunas de las infraestructuras y equipos logrados a través de la financiación de proyectos se pueden utilizar en la docencia. La investigación también contribuye al currículo en la medida en que ayuda a identificar la necesidad de incluir nuevos contenidos. Una de las formas de garantizar el desarrollo en investigación y docencia en

la universidad, consiste en revisar, precisamente, los procesos de selección de personal,<sup>4</sup> para garantizar la idoneidad investigativa de los docentes.

La discusión está a la orden del día y lo que se espera, en todo caso, es que a través de la investigación propiamente dicha, la Universidad produzca conocimientos nuevos, válidos, objetivos y universales, y promueva la cultura investigativa en las nuevas generaciones de profesionales a través de una estrategia como la de investigación formativa, que se levanta como la gran posibilidad de armonizar la investigación y la docencia.

### UNA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL A LA INVESTIGACIÓN FORMATIVA

Para poder ilustrar de manera adecuada la propuesta de investigación formativa, es preciso acudir a los conceptos estructurados y a las corrientes pedagógicas que la sustentan.

Bernardo Restrepo, miembro del Consejo Nacional de Acreditación de la educación superior en Colombia,<sup>5</sup> asume la investigación formativa como “una estrategia pedagógica de tipo investigativo para enseñar el proceso investigativo científico”. Dicha estrategia está relacionada con el llamado aprendizaje por descubrimiento, que hace parte de la vertiente pedagógica constructivista, dentro de la que se privilegia el aprendizaje del estudiante.

La investigación formativa tiene como uno de sus pilares filosóficos e ideológicos la “actitud problematizadora” que debe estar en la base de las estructuras curriculares, y en la que el educador y el educando se sumergen en situaciones de la vida académica, que proponen interrogantes susceptibles de ser involucradas como “problemas científicos”. El estudiante convierte un metatema en temas, un tema en subtemas, y un subtema en preguntas, y de ellas, elige, de acuerdo con sus inquietudes académico-científicas en estructuración, una que orientará la construcción de un camino científico por explorar, con el acompañamiento del educador.

Mientras para Bernardo Restrepo la investigación formativa se puede interpretar desde la óptica del proceso formativo del estudiante, como se ha dicho, para Elvia María González, se puede asumir desde la perspectiva de la transformación de la actitud pedagógica

del docente, en la que él asume el rol de “investigador de su práctica pedagógica”. Con los lineamientos de un currículo problematizador, el educador procura la internalización del proceso lógico de generación de conocimientos, al proceso de formación de los educandos, en el área específica elegida para llevar a cabo el desarrollo investigativo estratégico.<sup>6</sup>

Igualmente, González plantea cómo la internalización de la lógica investigativa a la lógica pedagógica genera, en los educandos, competencias de carácter específico en un área del conocimiento que le permitirán integrarse a las sociedades del conocimiento, porque además de los conocimientos específicos del tema seleccionado, desarrollará actitudes propias de las sociedades académicas y científicas que lo habilitarán para pertenecer a esos grupos.

De acuerdo con Restrepo, en torno al término investigación formativa existen tres ópticas: “dar forma” a proyectos de investigación, “dar forma” a una práctica o a un programa social y “formar” al estudiante en y para la investigación.

La investigación formativa también ha sido asimilada, según Carlos Hernández,<sup>2</sup> como:

- Insumo primordial para las pedagogías constructivistas como el *aprendizaje basado en problemas*.
- El contenido de uno o varios cursos.
- Una mezcla de estrategia pedagógica y contenido de un curso.

La investigación formativa puede entenderse como el desempeño del rol de investigador por parte del estudiante, en el cual la recompensa está implícita en el proceso, a través del aprendizaje y el desarrollo de habilidades cognitivas. Los alcances de la investigación formativa deben trascender al plan de estudios en la institución y servir para habilitar al egresado en el continuo “aprender a aprender” a fin de contribuir con su adaptación a un entorno cambiante.

## INVESTIGACIÓN FORMATIVA E INVESTIGACIÓN EN SENTIDO ESTRICTO

A la investigación formativa la anima la búsqueda de nuevas metodologías activas que hacen de la actitud investigativa misma un proceso de aprendizaje, en el

cual se privilegia el proceso de formación del estudiante como el fin y no como el medio para llegar a un conocimiento demostrado.

Este cambio de perspectiva pedagógica ha hecho emerger una nueva relación educador-educando, en la que el principal objetivo es el estímulo de una actitud reflexiva frente al proceso investigativo, tanto por parte del docente como del estudiante.

En sí mismas, tanto la investigación formativa como la investigación en sentido estricto desde el ámbito pedagógico, persiguen el mismo fin, formar a través del proceso investigativo e inculcar la cultura investigativa como una actitud indispensable en todo profesional.

Podría decirse que la investigación formativa trabaja sobre lo realizado, y la investigación propiamente dicha, sobre lo que está por realizarse en materia de conocimiento científico. Dentro de la investigación formativa, se llevan a cabo ejercicios investigativos generalmente limitados, que responden a necesidades locales e inmediatas, en tanto que en la investigación propiamente dicha se trata de la búsqueda de conocimientos de frontera, objetivamente aceptados y universalmente validados, tras ser sometidos a la crítica de expertos internacionales y comités editoriales. A estas características podrían llegar sólo algunos proyectos emprendidos desde la perspectiva de la investigación formativa.<sup>2</sup> Por tener ambas en común el método científico, la investigación formativa no puede, por principio, renunciar a la pretensión de universalización de sus hallazgos, más aun si se tiene en cuenta que “lo universal se descubre con una mirada cuidadosa de lo local”.<sup>2</sup> La investigación formativa se mueve entre la necesidad de responder a necesidades locales en un proceso pedagógico de acercamiento al conocimiento establecido y a sus métodos, y la posibilidad, aunque remota, de generalización de sus hallazgos.

La investigación propiamente dicha está más relacionada con los posgrados y busca favorecer la génesis y el acercamiento de profesores y estudiantes a los conocimientos científicos; y la investigación formativa, más relacionada con el pregrado, se orienta al logro de aprendizajes significativos en los alumnos y los familiariza con la génesis, movilización y utilización de esos conocimientos. Por lo limitado de la investigación formativa en torno a la producción de conocimientos no podría, de ninguna manera, exhi-

birse como prueba del cumplimiento de la misión de investigar que tiene la universidad, ni como el cumplimiento del artículo 6 del decreto 2566 de 2003.

Las diferencias entre la investigación propiamente dicha y la investigación formativa están referidas al alcance y a la validación y generalización de los hallazgos y a los fines que se persiguen. Mientras la investigación propiamente dicha busca ampliar la frontera de los conocimientos de una disciplina, la investigación formativa se orienta a familiarizar al estudiante con los conocimientos existentes y con los métodos para su producción, como se ha mencionado.<sup>1</sup> Ambas, sin embargo, guardan una semejanza fundamental que no ha de perderse de vista, tanto en lo procedimental como en la lógica que les subyace: el método científico.

## INVESTIGACIÓN FORMATIVA EN LA UNIVERSIDAD

Difícilmente podría llevarse a cabo la investigación formativa, si la universidad no cuenta con líneas y proyectos que evidencien sus logros en investigación propiamente dicha. Estas líneas y proyectos deben corresponder, a su vez, al campo específico del saber que se administra; a un objeto de estudio que ha debido ser explicitado a la luz de los procesos de reforma curricular que se han emprendido en las universidades.

Si bien la explicitación de un objeto ha sido, de alguna manera, una demanda de los procesos de renovación curricular, su abordaje ha de constituirse en la base para el desarrollo de la profesión o disciplina que lo posee, toda vez que en él se resume el *qué* de la correspondiente profesión o disciplina. Las actividades que los profesionales realizaban por encargo, alrededor de las cuales giraban sus desarrollos, deben pasar del centro a la periferia, y el centro debe ser ocupado ahora por el objeto de estudio, cuyo conocimiento y discusión deben promoverse en la comunidad académica. Esto ayudará, sin duda alguna, a iniciar el difícil tránsito hacia la construcción de una epistemología propia que, seguramente, llegará a ser más pertinente para los estudiantes que las epistemologías prestadas de profesiones o disciplinas madres y permitirá un desarrollo autónomo. Los profesionales en formación deben conocer mucho mejor que sus antecesores las bases del conocimiento, los métodos a utilizar y los

límites en que pueden desempeñarse bien, con “la confianza de quien posee el mapa justo del territorio que debe explorar”.<sup>2</sup>

Para involucrar a los estudiantes y profesores en la investigación, una vez conocen bien su objeto de estudio y se identifican con el programa de formación, se debe contar con escenarios y eventos de aprendizaje sobre la investigación científica, con énfasis en los proyectos, no en la metodología de la investigación, cuyos contenidos suelen ser dogmáticos y, en general, poco atractivos para los estudiantes.

Es claro que los estudiantes necesitan conocer la forma de expresar y delimitar un problema, los objetivos y propósitos de investigación y la construcción de un marco teórico, pero es preciso que esto no se constituya en el nervio de los cursos. El estudiante debe involucrarse en un proceso que requiera indagación y análisis, y que despierte pasión en él, a la manera de quien conoce el itinerario y el destino de un viaje y tiene la seguridad de que viajará, o mejor aún, que ya va viajando.

En la universidad se pueden promover y desarrollar, además de los cursos, otras actividades que no requieren muchos gastos, en las que los estudiantes puedan mostrar los avances en el desarrollo de sus proyectos, por ejemplo en seminarios, simposios, talleres y semilleros de investigación. También puede vincularse a los estudiantes en la modalidad de joven investigador, monitor o coinvestigador y a través de las políticas de desarrollo de la investigación de la universidad en la que, por ejemplo, se requiera la vinculación de estudiantes en los proyectos para acceder a recursos. El trabajo de grado es otra modalidad de fomentar la cultura investigativa, ya que para su implementación se requiere de un nuevo compromiso de los profesores, y constituye un reto para los estudiantes.<sup>7</sup>

## LA INVESTIGACIÓN FORMATIVA EN LA ESCUELA DE MICROBIOLOGÍA

Como se anunció en un comienzo, se presenta la operacionalización de la propuesta de investigación formativa en el plan de estudios de los programas de la Escuela, iniciando con el contexto curricular en el cual ella nació y realizando una breve descripción de los proyectos curriculares en los cuales se despliega.

### EL CONTEXTO CURRICULAR

La Escuela de Microbiología de la Universidad de Antioquia es una dependencia académica con una tradición de casi medio siglo formando profesionales en Bacteriología y Laboratorio Clínico. La idea de una Escuela de Técnicas de laboratorio, nació a la sombra de las necesidades de la Facultad de Medicina y, por tanto, las directrices, la evaluación de los procesos curriculares y la formación para el ejercicio se encontraban influenciados por los profesionales de la Medicina.<sup>8</sup>

Esta situación se mantuvo a través de los años, hasta que por iniciativa de los profesionales y las directivas, en la década de los años noventa, después de varios intentos realizados por docentes y administrativos en los años ochenta con la pretensión de generar autonomía académica, se gestó un proyecto de transformación curricular a la luz de esta pregunta orientadora “¿Responde el currículo del programa a las necesidades del medio, del estudiante y de la profesión?”. Para responderla fue necesario dar comienzo a un proceso de indagación en el que se determinaron las características del programa vigente hasta ese momento. Entre estas características se encontraron el transmisionismo, la yuxtaposición de contenidos, el enciclopedismo, la unidisciplinariedad, la evaluación como proceso terminal, la formación para la vida laboral y la heteronomía.<sup>8</sup>

Luego del diagnóstico se realizó una propuesta de transformación curricular sustentada en la formación integral en un currículo abierto, flexible y pertinente en el que se lograra la integración de contenidos a través de procesos, la interdisciplinariedad, la evaluación como proceso continuo, la formación en investigación y la articulación teoría-práctica, a través de tres grandes componentes, área o dimensión científico-tecnológica, metodológico-investigativa y socio-humanística.<sup>8,9</sup>

### LA INVESTIGACIÓN FORMATIVA EN EL COMPONENTE METODOLÓGICO INVESTIGATIVO

El componente metodológico-investigativo en el plan de estudios de los programas de formación en Microbiología que ofrece la Escuela, es la respuesta a la necesidad de formar a los estudiantes en el pensamiento

y la lógica científica. Si bien existen espacios de contenido en el currículo, estos no operan solo en ese papel, debido a que ahora se privilegian los proyectos en cuyo desarrollo el estudiante se forma en investigación. A continuación se presentan los proyectos curriculares\* específicos que conforman el núcleo de investigación del programa.<sup>9</sup>

### CIENCIA Y TECNOLOGÍA

#### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Con este proyecto curricular se da a conocer al estudiante, desde una perspectiva general, el surgimiento de los conceptos de ciencia y tecnología, su evolución histórica, su relación recíproca y su papel como conceptos orientadores de la dinámica social en la actualidad, lo cual busca desarrollar una actitud crítica en los estudiantes frente al papel de la ciencia y la tecnología en su entorno social y académico.

Se contextualiza la práctica investigativa en Microbiología, identificando la necesidad de comprender, de manera adecuada, el papel de la ciencia y la tecnología en el mundo actual y la forma en que debería ser asumido desde el programa de formación.

#### ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

La metodología propuesta para este proyecto curricular se basa en la estrategia *práxica reversiva* de la investigación participativa (pregunta a la respuesta), para lo cual los estudiantes cuentan con referencias bibliográficas de cada bloque temático, el mismo que será analizado y discutido en las sesiones de clase tipo talleres, exposiciones y seminarios investigativos, y sobre la que se construyen los diferentes conceptos de manera crítica, a través de la reflexión acerca de los conceptos, más que de las definiciones.

Con esta estrategia se genera en los estudiantes una actitud reflexiva, al mismo tiempo que se disminuye gradualmente la dependencia de estudiantes y docentes por la clase magistral y la presencialidad en el aula.

### TEORÍA DEL CONOCIMIENTO

#### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto curricular trasciende los contenidos de epistemología que se hallan en los tradicionales cursos

\*Asimilados administrativamente a los cursos o asignaturas.

de metodología de la investigación, porque además de introducir a los estudiantes en el lenguaje de construcción de la ciencia y sus relaciones, muestra a los estudiantes que el centro de gravedad del hacer en Microbiología, si bien tiene un importante componente en el desarrollo de técnicas en clínica, no se limita a éste, sino que dichas técnicas proceden de la posibilidad de aplicación de principios generales de los microorganismos y los análisis de importancia en el programa, que bien pudieran tener otro tipo de orientación, máxime en un país, que, como el nuestro, tiene una riqueza invaluable en biodiversidad.

Como profesiones, con vocación disciplinar, Microbiología y Bioanálisis (MYB) y Microbiología Industrial y Ambiental (MIA), se les ha asociado históricamente al desarrollo en el área de ciencias de la salud, principalmente para la primera, en tanto que en la segunda apenas se están estableciendo líneas de trabajo específicas en Colombia. Con base en esto, se vislumbran nuevas posibilidades de investigación en saberes, prácticas, creencias, representaciones e imaginarios con relación los objetos propios de los programas: microorganismos, parásitos, células y análisis relacionados con el proceso salud enfermedad en MYB;<sup>10</sup> y microorganismos y sus procesos para la producción de bienes y servicios en las industria y el cuidado del medio ambiente en MIA.<sup>11</sup>

El objeto propio de cada programa, los paradigmas en el desarrollo de esta disciplina, y los enfoques y métodos mediante los cuales puede abordarse el objeto, constituyen los temas que se desarrollan en el proyecto curricular.

Para el desarrollo de los diferentes temas tanto del presente proyecto curricular, como los siguientes, se definió el texto guía “Introducción al pensamiento científico en Microbiología”.<sup>12</sup>

### ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

En este proyecto curricular se les entrega a los estudiantes la bibliografía que deben revisar para cada sesión presencial. Sobre las lecturas se realiza una discusión y se obtiene consenso en la construcción de conceptos básicos de epistemología en Microbiología. Cada sesión cuenta con dos relatores y termina con preguntas.

Se desarrollan, además, talleres en los que se ilustra sobre los conceptos y se promueven ejercicios de aplicación del nuevo lenguaje que ganan los estudiantes.

Se abre la posibilidad de que los estudiantes puedan profundizar en los conceptos que deseen y para ello se dispone de una lista de artículos y libros que pueden consultar.

## CONSTRUCCIÓN DE TRABAJO DE GRADO

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Como antecedente de este proyecto curricular se encuentran los cursos de proyectos de investigación y construcción de proyectos, los cuales por procesos de transformación curricular dieron origen a construcción de trabajo de grado.

En este proyecto el estudiante se involucra en el proceso de desarrollo de actitudes, aptitudes y destrezas en y para la investigación. Este proyecto curricular tiene como guía los principios rectores de la investigación formativa definidos por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA).<sup>5</sup>

En este sentido, el proyecto curricular se centra en la formación del estudiante, en el marco de lo cual el proyecto en sí mismo es una estrategia de aprendizaje que hace parte de las pedagogías activas encaminadas a su consolidación sobre la comprensión de la lógica del proceso investigativo.

### ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

La estrategia pedagógica propuesta para el desarrollo del proyecto se sustenta en las precisiones hechas al respecto de la investigación formativa desde el “aprendizaje por descubrimiento y construcción (organización) de conocimiento”, según la cual el estudiante elige un tema específico relacionado con su objeto de estudio; frente al tema elegido el estudiante define una pregunta de investigación a partir de la búsqueda, indagación, revisión de literatura relacionada y datos existentes; esta información se organiza y se interpreta.

Como parte de la dinámica de la investigación, se definen los diferentes aspectos metodológicos de la búsqueda de una solución científica al problema formulado, con base en un desarrollo lógico y reflexivo. De esta forma el estudiante no vive el proceso investigativo de manera mecánica, como la repetición de una receta para “hacer” un proyecto, sino como un proceso lógico de “construcción de conocimiento” a partir de la resolución de preguntas científicas.

Como apoyo para el conocimiento y desarrollo de las actitudes investigativas se hace uso de artículos originales de investigaciones, monografías y revisiones de tema en los cuales los estudiantes identifican los diferentes elementos constitutivos de una investigación científica, y por medio de exposiciones desarrollan habilidades comunicativas como elemento fundamental en la aprehensión del proceso investigativo. A través del reconocimiento de diferentes diseños metodológicos investigativos, el estudiante confronta teoría y práctica en el mismo contexto, y genera conocimientos.\*

Esta fase del proceso formativo está conformado por dos proyectos curriculares; *construcción de trabajo de grado I* que se centra en la formación en y para la investigación con base en el desarrollo de la fase conceptual de un proyecto de investigación, conformada por los siguientes elementos: tema de investigación, pregunta, problema, justificación, propósito y objetivos.

El proyecto curricular *construcción de trabajo de grado II* pretende consolidar el proyecto de investigación en sus aspectos metodológicos, además, analizar la viabilidad ética y política, y la factibilidad técnica y presupuestal de cada propuesta, su posterior administración y gestión (cronograma y presupuesto); asimismo, reconocer las diferentes fuentes de financiación del proyecto y prepararse para la socialización de su propuesta de investigación en los diferentes espacios académicos destinados para este fin, como paso para el desarrollo de competencias argumentativas y de trabajo interdisciplinario.

El estudiante culmina el ciclo de formación en el área investigativa desarrollando un trabajo de grado, el cual puede ser la ejecución de la propuesta de investigación que sirvió de herramienta en los proyectos curriculares construcción de trabajo de grado I y II, o tiene la oportunidad de elegir una nueva problemática relacionada con su objeto de estudio y en ella aplicar todos los conocimientos adquiridos sobre el proceso investigativo.<sup>13</sup>

Adicionalmente, se han generado actividades que buscan dar estímulo y continuidad a la actividad investigativa como los *coloquios de investigación*, evento organizado en el componente metodológico-investigativo, que pretende socializar las propuestas científicas que vienen desarrollando los estudiantes, con el fin de generar debate en torno a las nuevas preguntas generadas alrededor del objeto de estudio. Otra actividad

importante es *el semillero de investigación*, institución de orden académico generada en el seno de los estudiantes de la Escuela de Microbiología, con inquietudes investigativas ajenas a los contextos curriculares, cuya participación es libre y su organización, orientación y directrices son de carácter autónomo. Por último, las *jornadas de investigación*, evento organizado por el semillero, que pretende servir de espacio de presentación de trabajos de investigación con participación de estudiantes de la Escuela de Microbiología y otros programas afines de otras regiones del país.

## CONCLUSIÓN

La investigación formativa es una perspectiva viable para emprender y desarrollar la formación de los estudiantes y para la búsqueda de conocimientos alrededor de su objeto de estudio. En ésta han de tenerse en cuenta los conceptos que la animan y los intereses y compromisos de los estudiantes y de los profesores.

La sumatoria de los objetivos planteados con todos los proyectos curriculares del componente metodológico investigativo, sustentados en la investigación formativa, reivindican el proyecto de investigación como una herramienta útil que refleja el carácter sistémico del pensamiento científico y, por ende, de la investigación como proceso y como producto; como concreción del pensamiento científico centrado en el desarrollo de la pregunta, origen y fin de la ciencia.

Finalmente, el modelo de investigación formativa que sigue la Escuela de Microbiología de la Universidad de Antioquia ha demostrado las bondades de esta alternativa, que, no obstante, marcha en procura de mejorar continuamente para beneficio de la Escuela, la Universidad y el país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Correa S.** Integración Docencia-Investigación en la Universidad ¿ilusión del discurso o acción posible? *Revista Educación Física y Deporte.* 1999; 20(2): 4-15.
2. **Hernández C.** Investigación e Investigación formativa. *Revista Nómadas.* 2003; 18: 183-93.
3. **Garriz A.** Reflexiones sobre dos perfiles universitarios: El docente y el investigador. México: *Revista de Educación Superior.* 1997; 26(102): 11-25.

\*Esto hace alusión al método socrático para la generación de conocimientos; la confrontación de argumentos, para que sean los debates académicos de conceptos, la dialéctica, la que genere el conocimiento.



4. **Sancho J.** Docencia e Investigación en la Universidad: Una profesión, dos mundos. *Revista Educar*. 2001; 28: 41-60.
5. **Restrepo B.** Investigación Formativa e Investigación productiva de conocimientos en la Universidad. *Revista Nómadas* 2003; 18: 195-202.
6. **González E.** La investigación formativa o acerca del desarrollo de competencias científicas en la educación superior. En: Encuentro Internacional de Educación Superior. Formación por Competencias. Medellín, Colombia; 2005.
7. **González E, Mesa A, Castañeda B, Castro C.** Un modelo de didáctica de la formación en investigación para la docencia en educación superior en el área de Ciencias de la Salud. Informe de investigación. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia; 2002.
8. **Galeano A, Mesa A.** Sistematización de la experiencia de participación de los profesionales de la escuela de Bacteriología y Laboratorio Clínico en el proceso de transformación curricular. Universidad de Antioquia. Escuela de Bacteriología y Laboratorio Clínico; 2003.
9. **Mesa A.** (Ed). Documento Marco para la transformación curricular. Programa Microbiología y Bioanálisis. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia. Escuela de Bacteriología y Laboratorio Clínico; 2003.
10. **Mesa A.** Módulo de Introducción a la Ciencia. Escuela de Bacteriología y Laboratorio Clínico. Universidad de Antioquia. Medellín; 2003.
11. **Mesa A.** (Ed). Documento Marco para la transformación curricular. Programa Microbiología Industrial y Ambiental. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia. Escuela de Bacteriología y Laboratorio Clínico; 2003.
12. **Ríos L, Mesa A.** Introducción al Pensamiento Científico en Microbiología. Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2009. p. 136.
13. **Consejo de Escuela.** Reglamento de Trabajo de Grado en los Programas de Microbiología y Bioanálisis y Microbiología Industrial y Ambiental *de la Escuela de Microbiología*. Universidad de Antioquia. Acuerdo N° 29, Artículo 2 (2007).