

## **Renovar la formación en investigación experimental** ***Una experiencia de transformación de la práctica académica en pregrado***

Flor Ángela Tobón Marulanda<sup>1</sup>

Grupo Unipluriversidad, Universidad de Antioquia

### **Resumen**

Se presenta un estudio cualitativo de la percepción de estudiantes y la experiencia docente sobre formación práctica *In Vivo*, como un potencial para transformar las prácticas de farmacología experimental en el marco de la pluribiodiversidad, ligada a la triada epidemiológica desarrollo-transformación-salud. Metodología: se hicieron 14 prácticas por diez semestres consecutivos sobre el perfil de bioactividad sobre el sistema nervioso central (SNC) de extractos y fármacos, donde se enfatizó la importancia de observar, valorar, reflexionar y analizar sus efectos en biomodelos experimentales (ratones) y relacionarlos con los posibles efectos en humanos, reportados por la literatura científica. La información se obtuvo de las prácticas experimentales, fuentes documentales, la competencia de los estudiantes durante las prácticas y respuestas al cuestionario de las mismas. Resultados: los estudiantes no tienen formación en manejo de animales ni en investigación experimental, perciben deficientemente el valor esencial de la observación, reflexión y el análisis holístico para la relación estrecha entre teoría y práctica para hacer informes y experimentos. Ellos esperan que el profesor les oriente paso a paso lo técnico, de acuerdo a las necesidades de la práctica, sin razonar el por qué y el cómo del efecto observado en el biomodelo, comparándolos con los efectos reportados por la literatura farmacológica. Conclusiones: el desempeño de los estudiantes en estas prácticas, permite inferir que su formación se identifica más desde una estructura mental procedimental por una nota y cumplimiento de un requisito.

**Palabras clave:** renovar, formación, investigación experimental, reingeniería humana

<sup>1</sup> Profesora Universidad de Antioquia. Facultad de Química Farmacéutica. Química Farmacéutica, Especialización en Atención Farmacéutica, Maestría en Farmacología. Integrante grupo de investigación UNI-PLURI/VERSIDAD. Email: [jvm@une.net.co](mailto:jvm@une.net.co) , [florato54@gmail.com](mailto:florato54@gmail.com)

## Summary

**Renew experimental research training. A transformation experience of academic practice in undergraduate level.** Flor Ángela Tobón Marulanda. *This is a qualitative study about the perception of students and teachers on practical training experience In Vivo, as a potential to transform the practices of experimental pharmacology in the context of the pluri biodiversity, linked to the epidemiological triad health-transformation-development. Methodology: 14 practices were made during ten consecutive semesters on the bioactivity profile of central nervous system (CNS) of extracts and medicines, where we emphasized the importance to observe, assess, reflect and analyze their effects on experimental biomodels (mice) and relate them to potential effects in humans, reported in the scientific literature. The information was obtained from experimental practices, documentary sources, students' competencies during the practices and questionnaire responses. Results: students do not have training in animal handling and experimental research; they perceive poorly the essential value of observation, reflection and holistic analysis about the close relationship between theory and practice for writing reports and doing experiments. They expect the teacher to guide them step by step through the technical procedure, according to the practice needs, they do not reason why and how the observed effect in the biomodel, comparing the reported effects on the pharmacological literature. Conclusions: based on the students' performance during these practices, we can infer that their vocational training is identified more from a procedural mindset of the grade and the fulfillment of a requirement.*

**Keywords:** *renew, training, experimental research, human reengineering.*

## Introducción

Los descubrimientos innovadores exitosos que congratularon un siglo dorado de la farmacología experimental y de las ciencias biomédicas se realizaron *in-vivo*, los cuales fueron hallados por los investigadores tras observación y experimentación en ellos mismos y en biomodelos animales. Esto generó comprensión para el tratamiento y erradicación de algunas enfermedades de seres vivos. Pero, estas innovaciones de la farmacología experimental en las últimas décadas viene en retroceso, está anquilosada y desequilibrada entre la innovación y el desarrollo –ID- de principios activos – PA- que atienda las enfermedades olvidadas emergentes de la modernidad y no está contribuyendo a resolver las necesidades de salud pública de gran parte de la humanidad, principalmente en los países en vía de desarrollo.

Esta situación se puede explicar por dos razones: una, existen posturas que descalifican bioéticamente la investigación en animales. Otra, considera exigir la formación y la enseñanza del uso y manejo adecuado de los animales desde pregrado para la investigación como ciencia y tecnología con todo el rigor científico y ético, según referentes internacionales y nacionales. (Véase tabla 1).

## Innovaciones en un siglo de la farmacología experimental

DESCUBRIMIENTO	IMPORTANCIA
1804-1805: Lavoisier y <i>et al.</i> , aísla Morfina del opio. Se publicó en 1817.	Base de Morfina en plantas y se aisló principios activos: Emetina, Estricnina, Brucina y Quinina.
1818, Faraday, la innovación del Éter.	Anestésico. Los médicos no estaban preparados.
1821: Magendie publica una guía farmacológica práctica.	Acciones farmacológicas en animales y en humanos, acogida por farmacéuticos y médicos.
1846: introducción del Éter	Anestésico.

1847: el Cloroformo e Hidrato de Cloral.	Se admiten como anestésicos.
1860: la Cocaína y en 1883 la Antipirina	Analgésico y antiinflamatorio respectivamente.
1885 y 1892: Erlich pionero en inmunología, investiga vacuna (antitoxina tuberculina) en conejos.	Determina especificidad de antitoxinas: la interacción de un anticuerpo con una estructura complementaria específica a la toxina (Antígeno).
1897: Laboratorio Bayer, la ASA	Analgésico revolucionario.
1910: Paul Erlich, el Salvarsán un colorante de bacterias.	Inició la quimioterapia, fármaco poco tóxico al hospedero y antiinfeccioso para gérmenes.
1921: la Insulina, en Canadá	Triunfo terapéutico de origen natural.
1929: la Penicilina y en 1934, Cloroquina	En 1939 se demostró efectividad antiinfecciosa.

De otro lado, la innovación terapéutica depende de la megaeconomía que representa la industria farmacéutica, ligada a su potente poder beneficiario de sus ganancias que sea rentable. Asunto no sensato, ni sostenible para superar este anquilosamiento de la investigación-innovación-desarrollo de un PA para la elaboración farmacéutica de medicamentos útiles para la humanidad. Desde esta perspectiva, la Universidad tiene la misión de transferir conocimiento a sus educandos y educadores en esta gestión de transformación continua del saber en diálogo con las ciencias humanas, el cual juega un papel relevante en la triada educando-profesor-sociedad, y ésta es íntimamente enlazada a la relación estrecha entre desarrollo-transformación-salud.

Las ciencias biomédica y farmacéutica en interrelación con las ciencias humanas deben superar el estancamiento actual de la ciencia-innovación-tecnología en la investigación y desarrollo de un PA, mediante una introspección más profunda de la práctica farmacológica experimental, comenzando por conducir a los estudiantes a la transformación del pensamiento que los conduzca a su evolución y a la construcción de conocimiento. Una manera de avanzar en este desafío es a través del desarrollo de cultura investigativa temprana y flexible referente de la práctica experimental *in vivo* desde los primeros semestres, para desarrollar la observación, la valoración y el análisis de probables efectos de un PA o sustancia en estudios preclínicos, clínicos y posmercado (farmacovigilancia).

La ciencia farmacéutica es un campo dinámico ineludible de la investigación experimental en animales e *in vitro* en la búsqueda de bioactividad de diversos PA cada vez más potentes, que sean seguros y eficaces en el marco de la biodiversidad para predecir posibles efectos deseados y no deseados en humanos. Razón por la cual se requiere superar este anquilosamiento, sensibilizando a profesores y estudiantes en la introspección de desarrollar investigación experimental, una estrategia hacia la excelencia académica, acercando lo teórico y científico a la práctica académica, por ejemplo el curso de farmacología básica con la indagación en biomodelos experimentales.

La Universidad está enseñando disciplinas biomédicas (médico, farmacéutico y otras); sociohumanísticas, ingenierías, derecho y ciencias políticas, economista, administrador público, letras, entre otras. Pero en estos aprendizajes, existe el vacío de aquella otra misión de enseñar mucho más que una disciplina; es decir, educar para la observación de las realidades sociales que suscite preguntas y reflexión; y éstas a su vez, se conviertan en objetivos de indagación de proyectos prioritarios factibles que generen valoración y análisis de las necesidades de salud de poblaciones vulnerables en un contexto específico con sentido humanitario. Es educar en forma integral para capacitar al estudiante en la búsqueda de PA en la biodiversidad colombiana, en especial de aquellos PA que no son rentables y que podría contribuir a atender enfermedades sociales olvidadas como la enfermedad de Chagas, la leishmaniosis, la malaria, entre otras.

La biodiversidad se constituye en un campo futuro posible de desarrollar cultura investigativa en farmacología experimental, fundada en una postura reflexiva constructivista de autogestión del

proceso complejo de enseñanza aprendizaje en el laboratorio, mediante prácticas experimentales con animales e *In Vitro*, donde el avance se fundamenta en la premisa que todos saben algo y todos pueden aprender en este proceso de ampliar actitudes y destrezas en los estudiantes para que ellos sean futuros investigadores de esta ciencia con carácter social.

En este orden de ideas, la Universidad es deudora de cultura científica incluyente y equitativa y de reconocimiento solidario de los más necesitados. Considerando su misión debe trabajar, por medio de la ciencia, la tecnología y la innovación en la investigación experimental, en beneficio de lo más necesitados, para lo cual se requiere de la reingeniería humana, de una nueva generación de estudiantes y profesionales formados con una real calidad, mediante la “meritocracia” para que promuevan cambios profundos de reestructuración mental y técnico-científica con proyección social. Además para consolidar las bases de formación investigativa de pregrado, se necesita seleccionar profesores con estabilidad laboral que tengan un enfoque hacia la pedagogía social, al igual que una formación integral e integrada a la realidad nacional. Esto en coherencia con el principio ético de favorecer alrededor del 92% de los estudiantes más vulnerables de los estratos 1-3 y los más necesitados de formación en cultura investigativa para construir conocimiento y forjar el futuro profesional investigador idóneo. Emprender la formación investigativa se define como la tarea primordial de la Universidad, crear espacios adecuados en las asignaturas de los planes curriculares y tener los laboratorios bien dotados en coherencia con la política de aumento de cobertura, donde se forje el análisis académico de la responsabilidad social y de la función social disciplinar para contribuir a resolver las necesidades de la poblaciones que requieren más de su atención.

El objetivo de este estudio es contribuir a mejorar la formación integral de los estudiantes de pregrado como agentes sociales co-responsables y comprometidos con la transformación social, ligada a la salud física y mental para el desarrollo sostenible. Ello exige la formación práctica de una nueva generación de estudiantes en farmacología experimental *in-vivo* e *in-vitro* y de la farmacoterapia. La pregunta de investigación planteada fue:

¿Es posible y es relevante la formación de cultura investigativa desde pregrado en el programa curricular de ciencias farmacéutica y alimentaria? Aquí, el enfoque renovador de la interrelación de estas ciencias con la sociedad, se entiende como aquellos conceptos que conciben la educación y la formación investigativa de una forma no tradicional para el desarrollo sostenible, se concibe como aquella educación que promueva en el estudiante la autogestión y construcción de su conocimiento a través de los principios experimentales. Esto implica potenciar el trabajo colaborativo e impulsarlo para que el estudiante supere el aprendizaje pasivo hacia su aprendizaje significativo con liderazgo mediante una cultura de la observación y la reflexión más allá de lo visible y convertirse en el futuro investigador pertinente y competente con responsabilidad social que haga seguimiento y evaluación a la cimentación de su conocimiento.

## Metodología

Se trata de una investigación exploratoria cualitativa de carácter descriptivo y reflexivo, apoyada en el enfoque hermenéutico de la práctica académica de farmacología experimental del programa de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia, referente de un estudio de caso<sup>2</sup>. Se describe

<sup>2</sup> De acuerdo con Robert Yin (1985: 23), un estudio de caso se define y se entiende como una indagación empírica que: “Investiga un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto real de existencia, cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son claramente evidentes y en los cuales existen múltiples fuentes de evidencia que pueden usarse”. Esta definición de investigación de estudios de caso, se ajusta a que puede incluir tanto estudios de un solo caso como de múltiples casos. El caso en estudio puede ser una cultura, una sociedad, una comunidad, una subcultura, una organización, un grupo o fenómenos tales como creencias,

una realidad construida desde los estudiantes y el profesor del laboratorio de farmacología, rigiéndose por las leyes sociales, desde una mirada de beneficio humano como una realidad objetiva (que corresponde a la plataforma institucional, legal y normativa que sostiene un orden social específico) y una realidad subjetiva (que representa el modo como esa realidad es conocida, interpretada y expresada por los estudiantes que hacen parte del marco institucional objetivo).

La población de estudio son los estudiantes matriculados en el curso teórico y los casos del estudio (la población del laboratorio). Las categorías de interés seleccionadas con los siguientes criterios de inclusión: 1) estudiantes cursando el curso teórico y matriculados en el laboratorio de farmacología, 2) estudiantes cursando otras prácticas de laboratorio, co- requisito o requisito, 3) consentimiento voluntario, entendido y comprendido para participar en el estudio de casos.

El proceso metodológico fue: diseño de un manual guía para llevar a cabo 14 prácticas/semestre por diez semestres consecutivos, con un cuestionario estructurado de preguntas sobre el desarrollo de cada una de las prácticas. Luego el análisis hermenéutico del informe escrito del laboratorio por grupo máximo tres estudiantes. Posterior a éste, discusión del mismo y de la autoevaluación de la experiencia personal de la práctica. Las respuestas a las preguntas y el análisis de la práctica se orientaron a:

- ✓ Indagar la capacidad de observación, reflexión, valoración y análisis del conocimiento integral de la práctica como la apertura de un espacio de desarrollo de cultura investigativa temprana y flexible en farmacología experimental.
- ✓ Transcripción del análisis y discusión de la experiencia de la práctica.
- ✓ Preparación de los documentos primarios con la información obtenida en el ítem y creación de una unidad explicativa denominada “Conocimiento investigativo integral *in vivo* en el campo de la farmacología experimental” en la Facultad de Química Farmacéutica, con el espíritu de intentar comprender de una forma holística el fenómeno en estudio.
- ✓ La identificación y ordenamiento de las categorías y códigos mediante el software Atlas Ti versión 5.0 para su posterior análisis e interpretación.
- ✓ La retroalimentación de información con los participantes, previa al desarrollo de la siguiente práctica, donde los estudiantes tenían la posibilidad de validar los hallazgos sobre la unidad explicativa que permitiera responder las preguntas de la práctica relacionada con las categorías y subcategorías, objeto de análisis.

## Hallazgos

Los testimonios de los estudiantes permitieron deducir los siguientes hallazgos: ellos no tienen formación técnico-científica en el manejo de animales ni tienen claro la relevancia de su cuidado y respeto como biomodelo experimental. Desconocen la importancia de la investigación experimental. Perciben deficientemente el valor esencial de la observación, reflexión y análisis holístico de la práctica para relacionarla de manera estrecha con la teoría y plasmar esta interrelación en la respuesta a las preguntas y en los informes. Ellos esperan que el profesor les oriente paso a paso lo técnico, de acuerdo a las necesidades de la práctica, sin razonar lo científico desde las preguntas: ¿Por qué? y ¿Cómo? Se produjo el efecto observado en el biomodelo, comparándolo con los efectos reportados por la literatura farmacológica.

---

prácticas o interacciones, así como cualquier aspecto de la existencia humana. Esto se considera en algunos campos, como en la ciencia política, que ha probado lineamientos entre estas dos aproximaciones, usando términos como método de estudio de casos comparativo de carácter distintivo de los estudios de caso múltiples, método aplicable a las ciencias biomédicas.

## Discusión

La información obtenida permite hacer el análisis de las siguientes categorías más relevantes de la forma cómo los estudiantes perciben la iniciación de un proceso complejo de construir aprendizaje significativo autogestionado en la práctica del laboratorio *in vivo* (investigación experimental con ratones), donde la práctica es un método didáctico que desarrolla la observación, la reflexión y el análisis de los efectos observados en el biomodelo experimental por la aplicación de determinada sustancia y compararlos con los efectos reportados por la literatura.

1. *Enfoque y metodología pedagógica orientada hacia la formación investigativa de nueva generación de estudiantes en el área de la farmacología experimental.* Los participantes expresan que en la actualidad este tipo de prácticas de laboratorio es deficiente en la formación de la ciencia de la farmacología experimental en el contexto de la biodiversidad durante el currículo del programa de Química Farmacéutica, debido a que si bien esta práctica en algún momento buscó sensibilizarlos, ésta no se continúa ni se da en las demás prácticas, acorde con la visión futurista de formación de cultura investigativa para avanzar en la transformación de las realidades sociales hacia el desarrollo sostenible debido a:

- La mayoría de los profesores repiten solo lo teórico, no motivan la investigación experimental con proyección social.
- La estructura física y la metodología requiere ser mejorada para poder sensibilizar a los estudiantes de la necesidad de adquirir destrezas en el manejo de animales desde pregrado.
- La práctica no tiene articulación con otras prácticas académicas relacionadas y quienes tienen oportunidad de trabajar en grupos de investigación, lo hacen en parte aislados de la docencia.
- Se necesita mejorar la competencia de los profesores e investigadores en este campo, con una visión que sea amplia, innovadora, concertada, coordinada, explícita, integral e integrada al contexto de las prácticas de pregrado para valorizar la biodiversidad.
- Es necesario desarrollar procesos de capacitación práctica y actualización de docentes que respondan a las necesidades de disposición y competencia de investigar en farmacología experimental.
- Se requiere aumentar la práctica experimental, ofreciendo cursos promocionales electivos en pregrado que les promueva la importancia de ser conscientes del aprovechamiento de la biodiversidad y el papel de ésta en el enlace entre desarrollo sostenible-transformación y salud para que el estudiante se motive a seguir posgrado en esta ciencia y avanzar hacia el perfeccionamiento del futuro investigador con mayor rigor técnico-humano-científico.

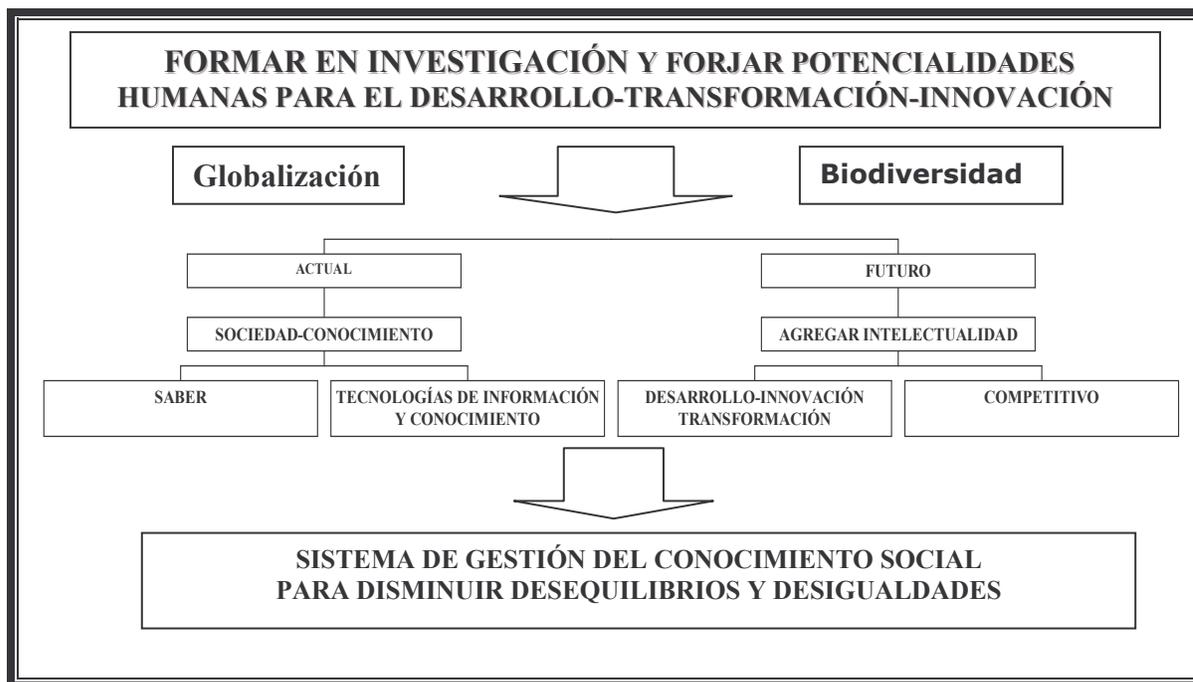
En esta perspectiva, se requiere cultivar la ciencia misma con el alma a estudiantes y profesionales para que le devuelvan a la sociedad todo lo que ésta y la Universidad le ha aportado, mediante su función creadora de ciencia con conciencia y promotora de científicos solidarios idóneos que actúen como actores sociales que fomenten el conocimiento disciplinar y aumenten sabiduría en torno a la necesidad de relacionar un saber específico con las ciencias humanas en beneficio de los más necesitados. Además de degradar la postura de atribuir superioridad a los factores económicos frente a la rentabilidad social de la educación, la investigación y la extensión.

La Universidad, en su acontecer histórico y politizado bajo el enfoque del negocio de la educación, continúa hacia progresos y retrocesos, intentando superar vacíos, pero sus acciones no son suficientes para contribuir a resolver las prioridades sociales críticas de los que requieren más de su atención investigativa. Ella debe actuar acorde a su misión de universidad pública, con valor y voluntad política de transformar diversos factores políticos, socioculturales y económicos que evidencian la disminución de sus actores académicos por el gusto y aptitud científica para estudiar e

investigar y para ayudar a resolver problemas con impacto social, situación que limita la formación investigativa temprana y es excluyente por la falta de asignación de recursos económicos necesarios y oportunos para adecuación de la infraestructura y el nombramiento de talento humano competente que dimensione el perfil de su objeto de estudio disciplinar, dejando a un lado la politización burocrática.

2. Desde la *perspectiva de desarrollo humano integral del estudiante como potencial de forjar el futuro investigador del capital social*, se evidenciaron los siguientes aspectos:

- Las prácticas de laboratorio no son suficiente para propiciar y orientar al estudiante de pregrado en dos escenarios: el presente y el futuro, en los cuales la globalización y la biodiversidad tienen un gran impacto.
- Los estudiantes se interesan poco por la información científica a través de la tecnología, la investigación y el flujo de la comunicación dialógica oportuna y las TIC. Pero, por otro lado, la mayoría tiene acceso a aquella información sesgada, que en varios casos realza más la publicidad, la rentabilidad y el protagonismo del investigador que la relación de la investigación con el impacto social y el objeto de estudio para promocionar la salud y prevenir la enfermedad.
- *La formación investigativa integral ligada a la biodiversidad.* El estudiante y profesional en formación para llegar a ser investigador humanista, necesita desarrollar conocimientos más amplios desde el ser, el saber hacer, estar, servir y trascender. En este caso, apoyándose en la práctica experimental de observar, reflexionar y analizar los efectos en animales semejantes a los observados en los humanos por la ciencia popular. Ello requiere de un enfoque social de la valoración de la bioprospección (etnobotánica, biodiversidad). Véase el esquema 1.



Esquema 1. Representación de la propuesta de orientación de la formación de desarrollo de cultura investigativa del estudiante de pregrado, futuro investigador.

Una estrategia que capacita y desarrolla de forma sistémica y sistemática al estudiante y profesionales, es la **gestión social del conocimiento** –GSC- para construir indicadores de impacto socio-económico e influir en el desarrollo sostenible, el cual, a su vez, genere progreso sensible de mayor rentabilidad social que económica en beneficio de la humanidad. En dicho avance, la GSC del investigador humanista, debe generar credibilidad y confianza en perspectiva de introspección significativa intelectual para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

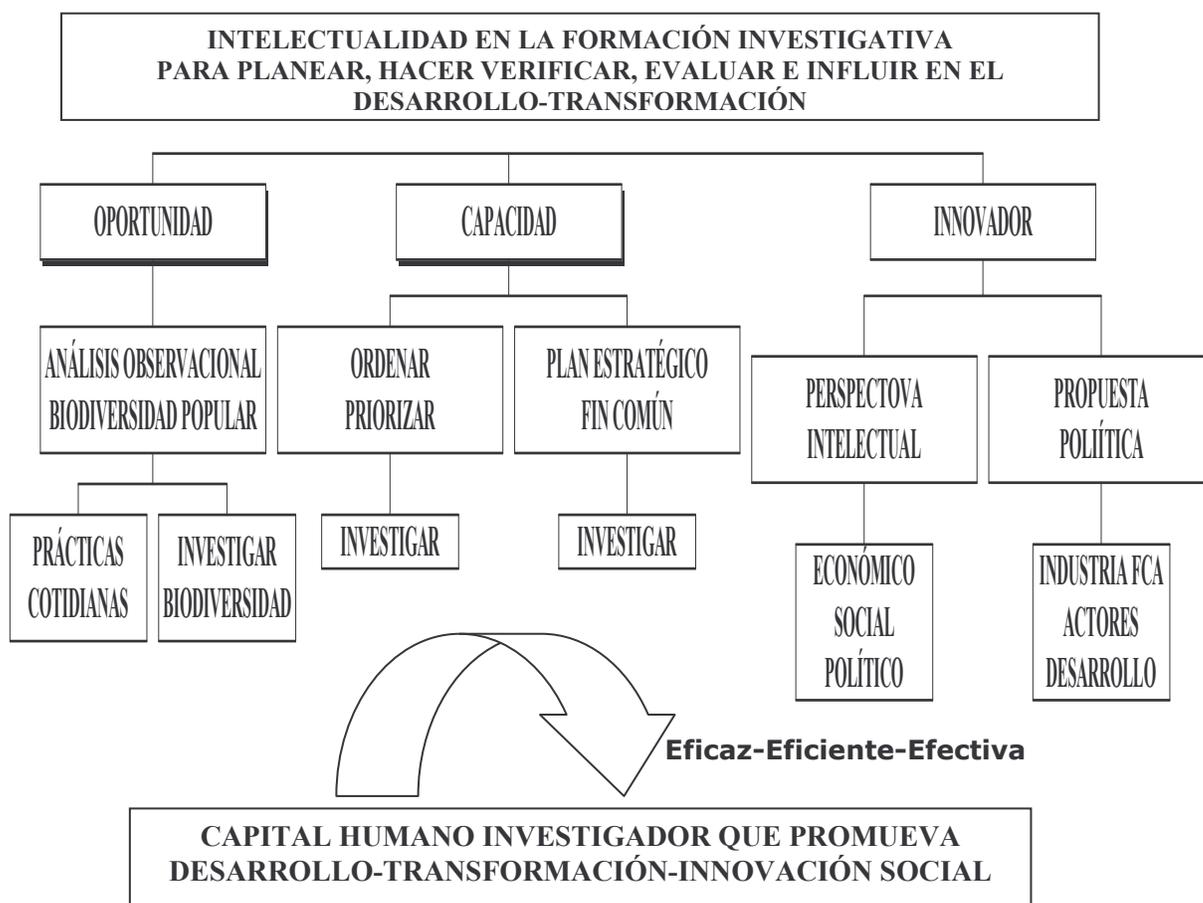
En el esquema 1, se representan las percepciones de los estudiantes y el educador hacia la superación de las falencias detectadas que dan lugar a pensar que la educación actual tiende a formar un investigador poco integral, con un desempeño reduccionista, más técnico y administrativo, el cual se debe transformar hacia lo humano, lo científico y lo social. Desde esta mirada, es una necesidad sentida la formación investigativa de una nueva generación de investigadores que orienten la investigación experimental a la ampliación y diversificación de saberes para establecer políticas públicas efectivas y prioridades de investigación social, ligada a los perfiles epidemiológicos y demandas relacionadas con las necesidades, como la salud integral de poblaciones vulnerables. Investigadores que actúen como agentes sociales con prudencia, veracidad, lucidez de mentes esclarecidas y utilicen en derecho el biomodelo experimental *In vivo*, de acuerdo a la realidad del país.

3. *Desde la perspectiva de formación investigativa en pregrado para concebir una nueva generación de investigadores hacia el futuro, teniendo conciencia de GSC.* Entre los hallazgos principales en la coyuntura actual del contexto colombiano, están:

- Los estudiantes no identifican la dimensión e importancia de la situación de la biodiversidad como GSC.
- No existe un plan de vida pertinente de formación investigativa del estudiante a largo plazo que dimensione la función social, el objeto de estudio, la misión-visión del programa de química farmacéutica.
- La Facultad no asume responsabilidad de desarrollar la farmacología experimental en su proceso transformador de acreditación y rediseño curricular. Aunque, algunas personas lo hacen de forma aislada y poco significativa, como currículo flexible.
- Falta sentido de pertinencia en este campo y trabajo real en equipo transdisciplinario en diálogo de saberes.
- La mayoría de los docentes de farmacología prefieren dedicarse al estudio de la teoría en forma de seminario, sin relacionarla con la formación práctica experimental, principalmente *in-vivo* con animales de experimentación, método esencial para la investigación de la bioprospección con ética del ecosistema y medioambiental, promoviendo la sensibilidad andropocósmica.
- Existe poca conciencia de la necesidad de profundizar en la biodiversidad del país.
- No existe voluntad y valor político de gestionar recursos económicos suficientes para diseñar y desarrollar un bioterio para pregrado con rigor científico, con personal idóneo, que cumpla las buenas prácticas éticas de laboratorio según reglas de estándar internacional, donde se pueda realizar formación investigativa mediante prácticas experimentales holísticas con biomodelos animales dentro del plan curricular. Esto se puede explicar, debido a que este desafío es un proceso a largo plazo para evidenciar seguridad y eficacia confiable de un PA que sea factible de diseñar y desarrollar una forma farmacéutica de un medicamento de uso terapéutico esencial para las enfermedades emergentes actuales,

a bajo costo y rentable. Razón por la cual esta misión es delegada principalmente a la industria farmacéutica y a su interés de rentabilidad.

- En la realidad práctica de formación investigativa, ésta se ejecuta poco con carácter transdisciplinar-multidisciplinar y participativo, en diálogo entre los saberes propios de la disciplina con otros saberes de las ciencias biomédicas, las ciencias sociales y humanas, en red con la comunidad investigativa específica, de forma coherente y en conformidad con la normatividad vigente en un universo de deseos de internalización del conocimiento y de no autosuficiencia.
- La formación investigativa requiere mejorarse dentro de un sistema de calidad cualitativo y cuantitativo concertado con todos los interesados, desde los siguientes argumentos principales: 1) una visión epistemológica de la historia de la disciplina y su impacto en el orden psicosocial, cultural, científico, tecnológico, económico y ambiental con pertinencia para resolver problemas sociales, 2) vincularla al desarrollo humano sostenible para alcanzar relaciones sociales que le permitan al estudiante configurar su conocimiento, desconfigurarlo y reconfigurarlo. Véase esquema 2.



Esquema 2. Representación de la propuesta de orientación de la formación del estudiante de pregrado futuro investigador para el desarrollo de capital humano.

En el esquema 2, se propone la importancia, en la crisis actual, de hacer énfasis en el perfil de formación investigativa experimental que genere ciencia-innovación-tecnología hacia la práctica académica, centrada en el ser humano, desde el orden cultural, ético, social en el marco de la

biodiversidad y contribuir a la transformación del modelo político y socio-económico. Una política educativa que forme estudiantes líderes comprometidos con la visión, la misión, los principios y valores de la Universidad para la formulación de sus propios proyectos de impacto social. Es decir, una nueva generación de jóvenes investigadores gestores del manejo técnico-científico, económico y metodológico sistémico de los talentos humanos, recursos físicos y económicos para la búsqueda intensa de PA y metabolitos secundarios de productos naturales innovadores para uso en los seres vivos que ayude a resolver sus necesidades más críticas.

El análisis de estas falencias encontradas, sugiere que ellas podrían disminuirse con la voluntad política de iniciar la educación temprana del estudiante de pregrado con visión futurista de investigador en ciencias farmacéuticas y biomédicas dentro del Estado Social de Derecho, desde la formación básica en pregrado para profundizarla en posgrado según su perfil académico y plan de vida, haciendo énfasis en los siguientes aspectos: 1) técnicas *in-vivo* e *in-vitro* en un número de especies de animales diferentes; 2) diseño experimental y análisis estadístico del tamizaje farmacológico de posibles riesgos de los PA de medicamentos, cosméticos y alimentos en relación con las dosis-respuesta deseada y no deseada, articuladas a la comprensión y análisis de las técnicas de biología celular y molecular; 3) buscar la relación entre la estructura química y la bioactividad; 4) seleccionar, diseñar, estandarizar, analizar y evaluar los bioensayos *in-vivo* e *in-vitro* para estudios farmacocinético, farmacodinámico y toxicológico de principios bioactivos que sean más eficaces, menos tóxicos y accesibles a la población más vulnerable a bajo precio en el marco de la gran biodiversidad colombiana.

En esta perspectiva, el análisis de estas categorías no responde la pregunta de investigación, por el contrario genera más preguntas sin respuesta sobre la calidad de la educación del estudiante hacia la excelencia a través de la investigación experimental como un indicador de desarrollo sostenible para la vinculación ineludible de la investigación-transformación-desarrollo-salud en un entorno interno y externo excluyente, donde la formación temprana investigativa experimental, conveniente y pertinente en la búsqueda de sustancias bioactivas *in-vivo*, según perfiles epidemiológicos de seguridad, eficacia y costo en Colombia para el desarrollo de medicamentos terapéuticos de las enfermedades olvidadas mencionadas está anquilosada. Ello demanda encauzar la formación investigativa de forma pedagógica, participativa activa y deliberativa hacia una economía social duradera que considere la biodiversidad, la globalización, la justicia y la equidad.

En este desafío es relevante el trabajo colaborativo entre todos los actores sociales involucrados, con plena conciencia de la necesidad de la pedagogía social para la formación en ciencias farmacéuticas y parte de las ciencias biomédicas y sociohumanísticas en los siguientes aspectos esenciales: 1) la necesidad de diferenciar entre ciencia teórica y práctica, aplicadas a un contexto y escenario social específico para identificar posibilidades terapéuticas de origen vegetal y animal en términos de las fortalezas que implica la capacitación, la invención de patentes, las nuevas actividades de educación y extensión. El beneficio de la formación integral del capital humano en destrezas y habilidades científicas prácticas a través de la investigación preclínica en animales para la evaluación preliminar de eficacia, seguridad y caracterización del efecto clínico de químicos, fármacos, alimentos y cosméticos en biomodelos animales. La oportunidad de identificar posibles riesgos impredecibles de los efectos no deseados en humanos y sus consecuencias con visión de futuro. Y el reto de la formación integral de científicos expertos y humanistas para el análisis de los resultados *in vitro* e *in vivo* para posterior comparación con los resultados de estudios farmacodinámicos y farmacocinéticos mediante la observación, la reflexión y el análisis de la relación entre la concentración plasmática de un PA vs el inicio, la intensidad y la duración del efecto; los cuales finalmente se comparan con estudios farmacoepidemiológico (farmacovigilancia y farmacoeconomía). 2) la educación de conciencia bioética acerca de la seguridad y eficacia de la investigación científica *in-vivo*, considerando la injerencia legal de estos aspectos en todas las

etapas de un estudio de un PA, materias primas y productos terminados, a partir de la pregunta: ¿Quién tomaría el producto de la investigación? A partir de la premisa de la investigación experimental científica: “*si el investigador cree que lo que hace lo beneficiaría a él y a cualquier ser humano, entonces el primero en tomar la sustancia bioactiva o el producto terminado que se supone será beneficiosa, debe ser el investigador*”. Estos enunciados deben considerarse, tanto para la ética de procedimientos como para la ética propia de una investigación en términos de los indicadores de riesgo/beneficio, beneficio/utilidad, utilidad/costo.

Además, cualquier investigación debe seguir los postulados del Código de Nuremberg (1947) y la Declaración Helsinki (1964) de la Asociación Médica Mundial, en las cuales se conciben los siguientes paradigmas: lo primero, que no cause daño, es decir segura: "Primum Non Nocere". Eficaz: la sustancia debe curar y beneficiar a los seres vivos. Autonomía: el rol activo lo tiene el voluntario, quien recibe la sustancia de estudio; él decide, si acepta o no la investigación; pero, cuando la investigación se hace en animales, surge la pregunta: ¿Los animales tienen derechos como los humanos? Por supuesto que también tienen derechos, por lo que se requiere de la formación en ciencia y tecnología de los biomodelos animales, con el fin de cumplir las normas bioéticas y legales, tales como refinar (destrezas y habilidades), reducir el malestar los animales y reemplazarlos cuando sea posible. Asimismo, la investigación involucra la justicia: consentimiento informado y comprendido del paciente o voluntario. Compromiso de control, seguimiento y evaluación de impacto del proceso de la GSC.

En este sentido, este estudio exploratorio indica que la Universidad debe hacer un análisis de los parámetros que limitan la iniciación temprana de la práctica investigativa y el establecimiento de características de sabiduría que permitan desarrollar la formación integral de investigadores con cambios de actitud y destrezas para que actúen de acuerdo a las necesidades de los más vulnerables en el contexto de Colombia desde pregrado. Debe renovar la construcción del conocimiento, a partir del entendimiento teórico de la ciencia, hacerlo práctico y experimental para proporcionar crédito, fé y credibilidad a la investigación. Teniendo en cuenta que la práctica eventual no es suficiente y separa la teoría del contexto real, por el contrario, la formación investigativa de pregrado debe ser un proceso constante y cotidiano para conseguir un acercamiento entre el saber científico y el trabajo de laboratorio con el conocimiento social para superar la distancia entre comunidad-estudiante y entre investigador-comunidad.

La Universidad debe posibilitar la integración transdisciplinaria e intersectorial, creando prácticas académicas experimentales de discusión, participación y comunicación efectiva que le ofrezcan al educando de pregrado la posibilidad de desarrollar actitudes y habilidades de observación, reflexión, análisis, críticas y autocríticas objetivas, permitiendo la formación de autogestión articulada y coordinada con los entes gubernamentales, empresariales y la comunidad, con mirada preventiva de los problemas y visión de cómo resolverlos en forma integral. De igual manera, se invita a la Universidad a recapacitar sobre su misión de formar en cultura política de la realidad del país para que el estudiante, el profesor, el investigador y el administrador se capaciten como agentes sociales para intervenir la realidad de la sociedad en que viven y expresen sus ideas sobre el mundo y la humanidad en sus propias palabras, a la altura de sus ideas, tratando los grandes temas de naturaleza cultural, científica, socio-económica y técnica, prioritarios de investigar.

La esencia de la Universidad pública es formar una masa crítica con excelente GSC para transferir el conocimiento a la sociedad acerca de un saber, de una ciencia, en forma transdisciplinaria y una práctica diaria para responder a la demanda social, tal y como se identifica la necesidad. Ello, constituye una renovación del concepto de capital social académico con GSC y de la misión de la universidad, saliendo de su tradicional esquema. En este orden de ideas, la Universidad debe dejar de ser pasiva y observacional para convertirse en gestora de la formación investigativa dinámica y

metódica, teórico-práctica-social desde pregrado, en la cual la investigación de PA útiles para la humanidad está paralizada y tiene características específicas, obstáculos y elementos que inciden en el avance holístico de la misma, generando otras inquietudes: ¿Cuál es el lugar que debe ocupar la ciencia y la tecnología que se enseña y que se aprende para la innovación, desde la cotidianidad, para posesionarla en la sociedad? ¿Cuál es el lugar que debe tener la formación investigativa desde pregrado en el futuro, en un país tan rico en biodiversidad?

La respuesta a estos nuevos interrogantes debe tener coherencia con el contexto de cada escenario en particular, contribuyendo a la transformación científica, al desarrollo y al bienestar del capital social como un desafío del siglo XXI, asunto que para la Universidad formadora de científicos, es de responsabilidad y compromiso ético y socio-político, de enfrentar la dimensión del impacto de lo que investiga; esencialmente el impacto de los cambios impredecibles en los seres vivos y en el medio ambiente del objeto de investigación en el ámbito local, nacional e internacional.

Esta investigación lleva a la Universidad y a sus instancias académicas a razonar sobre la importancia de educar para autogestionar y construir conocimiento que contribuya a formar ciudadanos conscientes del que puedan expresarse como líderes críticos y ser actores sociales competitivos; a cuestionarse en ¿Qué debe hacer o cómo debe transformar profundamente estructuras académicas anquilosadas para que efectivamente el educando descubra por sí mismo el valor de la formación investigativa para observar, reflexionar, pensar, valorar y analizar? De ahí que la formación teórico-práctica de la farmacología, debe renovarse e iniciar un proceso de formación investigativa temprana, desde lo político, sociocultural, económico, ambiental, tecnológico y ontológico con el propósito de incidir en la resolución de amenazas para la sociedad como el SIDA, la farmacodependencia, la Malaria, la Leishmaniosis, la Lepra, la enfermedad de Chagas, el Alzheimer, enfermedades de transmisión sexual y enfermedades emergentes de origen social, entre otras.

## Conclusiones

Esta investigación permite la reflexión acerca de la necesidad de la revolución de la *bioprospección*, *la etnobotánica* y *la biodiversidad* en las ciencias de la vida, y del progreso rápido de lo científico-tecnológico-social que abre nuevas perspectivas para la protección del medio ambiente, la salud, la agricultura, la producción y las aplicaciones industriales eficaces a bajo costo y con mayor seguridad de energía, alimentos, medicamentos, cosméticos, sustancias químicas, tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo para satisfacer una gama amplia de necesidades humanitarias en materia de salud, de calidad de vida, de alimentación y de relaciones consigo mismo, con el otro y con el medio ambiente. Esto explica la necesidad imperiosa de iniciar la práctica investigativa como un hábito cotidiano propio del quehacer académico en la Universidad desde pregrado.

Ella visibiliza que la formación investigativa en la mayoría de los estudiantes de pregrado y de los profesores en farmacología experimental en el marco de la bioprospección, la etnobotánica y la biodiversidad, es muy deficiente en la perspectiva de ser el investigador del futuro. La educación debe ser más holística, exigente y crear conciencia de los valores bioéticos, los conocimientos tradicionales, la valoración económica de recursos naturales, la rentabilidad social y la investigación en áreas naturales protegidas para fomentar la formación investigativa en farmacología experimental. Esto refleja, a su vez, la necesidad de que los gestores de políticas educativas propongan estrategias que sean posibles y relevantes para disminuir las falencias detectadas en las prácticas de laboratorio, siendo la principal el muy bajo nivel de formación y exigencia práctica en investigación técnico-científica-social. Igualmente, la formación investigativa del estudiante de pregrado y del profesor, debe ser simultánea con la formación de la intelectualidad de la ciencia

analítica, amplia e inteligente para que tenga éxito, competitividad y posibilidad de insertarse críticamente en la realidad nacional e internacional y contribuya a disminuir los desequilibrios y desigualdades de la humanidad.

La Universidad para afrontar este desafío en conjunto con las entidades gubernamentales (de salud y educación), la comunidad y las empresas contemporáneas, debe construir conocimiento que forme ciudadanos conscientes, que contribuyan al desarrollo de un ser humano diferente que pueda expresarse y ser competitivo, siendo la *participación activa* el reto esencial y el más exigente para la educación integral y la renovación formativa de la dimensión ontológica del ser humano en la modernidad, quién debe formarse en destrezas, habilidades y potencialidades personales como la autoestima, la autonomía, la autogestión del conocimiento social, querer lo que hace y tener bienestar en la cotidianidad. Es educar con responsabilidad social, tanto a los futuros investigadores como a los formadores de éstos, a través de espacios de discusión participativa con todos los actores académicos, sociales y administrativos involucrados sobre aspectos políticos, legislativos, éticos, sociales y económicos de la investigación experimental en animales y en humanos, diseñada con base en la demanda para ayudar a solucionar problemáticas de enfermedades específicas en el contexto actual. Para ello se requiere sustituir la forma de educación simplista y reduccionista por una educación que forme a la masa crítica del capital humano y forje un investigador capacitado con destrezas y habilidades humanas, con visión futurista técnico-científica e intelectualidad para ejecutar, verificar y evaluar procesos experimentales con indicadores que midan el impacto socio-económico en beneficio de los colectivos, a la vez que maneje adecuadamente el flujo de comunicación dialógica, oportuna y completa para planear la investigación con impacto social en equipo con un fin común de favorecer las comunidades más necesitadas de su atención y definir políticas públicas en un Estado Social de Derecho en beneficio de éstas. Ello involucra renovar e iniciar un proceso de aprendizaje temprano en todas las prácticas académicas del plan curricular, para formar el estudiante en cómo hacer la ciencia didáctica y útil para contribuir a la formación de futuros investigadores esclarecidos que generen análisis complejos más allá de la observación, para innovar y avanzar hacia a un proceso de construcción de teorías y conocimiento.

## Recomendaciones

En la gestión para afrontar el desafío planteado, un camino por avanzar es fortalecer la educación integral de pregrado en la práctica investigativa temprana flexible del educando y del profesor en las universidades colombianas, desde la reingeniería humana, donde el educador y el educando deben tener en cuenta aspectos complejos de orden multifactorial en la interrelación estrecha entre el ser humano y la investigación de la biodiversidad-desarrollo-transformación-salud-, a través de métodos experimentales pedagógicos como una estrategia que ayuda al desarrollo sostenible del capital humano y la sociedad para mejorar la calidad de vida, la salud pública, la protección del medio ambiente y el progreso del país. En este sentido, se propone autocuestionarse y reflexionar: ¿Usted estudiante, futuro profesional investigador en un campo del conocimiento o profesor o administrador, puede ayudar a mejorar la situación?

Responder este interrogante es un aliciente para que cada actor académico se comprometa con conciencia de ciencia-tecnología-innovación en el campo de su conocimiento y ejes de desempeño en la Universidad, para superar y buscar los senderos requeridos que mejoren el proceso complejo de formar, construir, aprender, desaprender y reconstruir para avanzar y ser los profesores-investigadores-administradores competitivos en el marco de la globalización que necesita el país desde las diferentes culturas, la diversidad y del modelo político-económico, y actuar oportunamente en beneficio de la humanidad, para lo cual es urgente desarrollar programas prácticos experimentales con elevada calidad teórica-técnico-científica, con enfoque de megaproyecto intersectorial, con clara orientación ética, cultural y social en conformidad con una

Política Pública de Estado Social de Derecho, con el enfoque de Gestión Social del Conocimiento, de acompañamiento y complementariedad en el desarrollo y realización de diversidad de proyectos e investigaciones de difusión, asimilación, negociación, adaptación e innovación. Estos referentes, en una aproximación al pensamiento de J. Saramago: “*Los únicos interesados en cambiar el mundo son los pesimistas, porque los optimistas están encantados con lo que hay*”, y de Joel Barker: “*Una visión sin acciones es sólo un sueño, una acción sin visión carece de sentido, pero una visión con acción puede cambiar el mundo*”

## Bibliografía

- Balbas P., Abarca C. y Lorence A. (2000). Aplicaciones de la biosíntesis de proteínas por DNA Recombinante. En: *Ciencias Biológicas, del origen de la vida a la terapia génica*. México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos, pp.1882 a 222.
- Bernard J., Nebel Richard, Wright T. (1999). Ciencias Ambientales. En: *Ecología y Desarrollo Sostenible*. Sexta Edición. Mexico: Editorial Pearson.
- Burgen Arnold. Progress in pharmacology (1995). *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 57:1, 1-5.
- Bustamante S. (2001). El Desarrollo es hoy, Desarrollo Humano y éste es Territorial. Ponencia. En: Foro Nacional por Colombia de Cali Corporación Región, Fundación Social, Posgrado en Planeación Urbano Regional Universidad Nacional–Cehap. CONFERENCIAS Selectas del V Congreso Colombiano de Fitoquímica (1997). La Biodiversidad como Fuente de Moléculas Activas. En: *Tópicos en Productos Naturales*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Correa U. (2001). El desarrollo de la competencia investigativa en la docencia universitaria. *Cuadernos Pedagógicos*, 18, 3-14.
- Cullen T. Vogelson (2001). *The Art and Science of Monitoring*. Modern Drugs Discovery, march, 25-26.
- Drug Discovery (2001). *The Pharmaceutical Century. Ten Decades of Drug Discovery*. Supplement to American Chemical Society, 253-260.
- Flórez O. (1994). *Hacia una pedagogía del conocimiento*. Bogotá: McGraw Hill.
- Gibbons M. (1998). *Pertinencia de la educación superior en el siglo XXI*. En: Conferencia mundial sobre la educación superior de la UNESCO. París: Banco Mundial.
- Martin R. (1998). When to use a new drug. *Australian Prescriber*, 21:3, 67-69.
- Monroy O, Castillo P. (2000). *Plantas Medicinales utilizadas en el Estado de Morelos*, México. Universidad Autónoma del Estado de Morelos: Centro de Investigaciones Biológicas.
- Morley C, Sutter and Walker M. (1994). Wither, Whether and Whiter pharmacology. *Trends in Pharmacology Sciences*, 15:1, 17-19.

- Organización Mundial de la Salud y OPS (1996). Conexiones Emergentes. En: *Biodiversidad, Biotecnología y Desarrollo Sostenible en Salud y Agricultura*. Publicación Científica No. 560. Washinton, DC: OMS.
- Ospina B.E, Aristizábal C.A, Toro JA (2008). El seminario de investigación y su relación con las diferentes metodologías y estrategias de enseñanza aprendizaje. *Investigación y Educación en Enfermería*, suplemento, 26:2, 1-5.
- Ossa L.J. (2005). *Formación por los caminos de los semilleros de investigación*. Medellín: Biogénesis.
- Ossa L.J. (2006). Emocionar/pensar: escuchar/ dialogar/leer/escribir investigar/aprender. *Unipluriversidad*, 6:3, 27-31.
- Rodríguez R., Goldman A (1996). *La conexión Salud-Desarrollo*. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS).
- Strauss A, Corbin J. (2003). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Tobón F.A, López L.A (2009). Percepciones de estudiantes de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia acerca de las Prácticas Académicas. *Revista Uni-Pluri/Versidad*, 9:3, 1-15.
- Villareal M. (1998). Utilización de la Biotecnología para la producción de medicamentos de plantas superiores. En: *Biología, sus bases moleculares en el umbral del siglo XXI*. México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos, pp. 173-189.
- Zemelman H. (2002). *Necesidad de conciencia: un modelo de construcción de conocimiento*. Barcelona: Anthropos.



Artículo recibido: 08-02-2010 Aprobado. 02-05-2011