

Problemática del quehacer investigativo y docente, una postura desde la Ingeniería

Research and Teaching problematic, a position from Engineering

Fabián Rolando Jiménez López

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Boyacá, Colombia, fabian.jimenez02@uptc.edu.co

Ilber Adonayt Ruge Ruge

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Boyacá, Colombia, ilber.ruge@uptc.edu.co

Camilo Ernesto Pardo Beainy

Universidad Santo Tomás, Tunja, Boyacá, Colombia, cpardo@ustatunja.edu.co

Luis Fredy Sosa Quintero

Universidad Santo Tomás, Tunja, Boyacá, Colombia, lsosa@ustatunja.edu.co

Edgar Andrés Gutiérrez Cáceres

Universidad Santo Tomás, Tunja, Boyacá, Colombia, egutierrez@ustatunja.edu.co

Oscar Eduardo Umaña Méndez

Universidad Santo Tomás, Tunja, Boyacá, Colombia, oumana@ustatunja.edu.co

ABSTRACT

This document attempts to reach an academic analysis after reading and reviewing four academic referents related with the teaching and research activities, evaluating the positions expressed in this regard, in terms of scientific knowledge, the educational research, the national policies to integrate knowledge in science and technology, and finally approaches to the science definition defended by some recognized philosophers of science such as Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos and Paul Feyerabend.

In this sense, from engineering education, is proposed to establish the research importance for university academy, since their synergy supports and enriches the teaching and learning process as well as the articulation of formative investigation and training in research in classrooms and class laboratories.

Keywords: Engineering Education, Scientific Method, Scientific Knowledge, National Policies for Science, Technology and Innovation.

RESUMEN

En este documento se intenta realizar un análisis académico después de haber leído y revisado cuatro referentes académicos relacionados con el quehacer docente e investigativo, evaluando las posiciones expuestas al respecto, en cuanto al conocimiento científico, el investigador pedagógico, las políticas nacionales para integrar el conocimiento, ciencia y tecnología, y finalmente los enfoques de la definición de ciencia defendidos por algunos filósofos de la ciencia reconocidos, concretamente, Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos y Paul Feyerabend.

En este sentido, desde la educación en ingeniería, se propone establecer la importancia de la investigación para la labor docente universitaria, dado que su sinergia apoya y enriquece los procesos de enseñanza y aprendizaje, así

como la articulación de la investigación formativa y la formación en investigación en las aulas y laboratorios de clase.

Palabras claves: Educación en Ingeniería, Método Científico, Políticas Nacionales de Ciencia y Tecnología, Tecnología e Innovación.

1. INTRODUCCIÓN

En este ensayo se realiza un análisis académico acerca de cuatro lecturas relacionadas con el quehacer docente e investigativo, evaluando las posiciones expuestas al respecto desde el campo disciplinar de la ingeniería y poniéndola en contexto con la realidad universitaria nacional (Colombia). Los referentes revisados corresponden a: el conocimiento científico (Futtuyama, 2001), el investigador pedagógico (Pineda, 2010), las políticas nacionales para integrar el conocimiento, ciencia y tecnología (CONPES, 2009), y finalmente los enfoques de la definición de ciencia defendidos por algunos filósofos de la ciencia, concretamente, Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos y Paul Feyerabend (García, 2008).

En este sentido, desde la educación en ingeniería, se propone establecer la importancia de la investigación para la labor docente universitaria, dado que su sinergia apoya y enriquece los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como la articulación de la investigación formativa y la formación en investigación en las aulas y laboratorios de clase.

2. REFLEXIONES DE APOYO A LOS REFERENTES

2.1 EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Las reflexiones acerca de (Futtuyama, 2001) permite que se formule con respecto a la influencia de Lysenko, en el caso colombiano y universitario los siguientes interrogantes: ¿Hasta qué punto se ha politizado la investigación en el país? ¿Se ha orientado verdaderamente la investigación en la Universidad hacia el desarrollo de proyectos que tengan impacto en la sociedad?

Con respecto al primer cuestionamiento, se considera que el quehacer investigativo en el país de alguna manera se ha burocratizado, debido a que las universidades y sectores políticos han orientado el desarrollo de estos procesos de acuerdo a intereses que se alejan muchas veces del bien común. Ejemplo particular de esta situación es la forma como Colciencias evalúa y distribuye los recursos en las Universidades, dejando entrever que deja en un segundo plano aquellas instituciones de Educación Superior que no tienen un reconocimiento nacional o que pertenecen a provincias del país. Es decir Colciencias a centralizando recursos para la investigación en instituciones de ciudades como Bogotá, Medellín y Cali, y las instituciones del resto del país siguen teniendo con mínimas oportunidades de desarrollar proyectos de investigación.

Así mismo, se ha cuestionado fuertemente el seguimiento apropiado a las propuestas y proyectos de investigación aprobados y financiados por Colciencias, por lo cual, su impacto de esos desarrollos investigativos no es visible en la comunidad y el seguimiento o continuidad esos trabajos no han sido evidenciables o divulgados significativamente a la comunidad científica. El desarrollo de la ciencia, la tecnología e innovación en Colombia, en la actualidad ha sido truncado, y esta situación se ve reflejada en el desarrollo industrial, social y económico del país, ya que se invierten muchos más recursos del estado en desarrollo militar (15% del Producto Interno Bruto - PIB) que en ciencia tecnología y educación (1% de PIB) (Munevar, 2010). Además, este escenario es más preocupante, si se tiene en cuenta que al bajo presupuesto asignado para la ciencia e investigación un gran porcentaje se burocratiza y lo poco restante se invierte efectivamente en investigación.

En contexto con la situación actual de Colombia, reluce lo sucedido con el Paro Agrario reciente, en donde la dificultad presentada por los agricultores para acceder a tecnologías, a recursos y a capacitación ha sido manifestada, ya que por ejemplo el uso de semillas por parte de los campesinos es una clara muestra de la politización y orientación de intereses gubernamentales, en donde han establecido que las semillas únicamente validas son las proporcionadas por multinacionales a costos elevados y de la misma calidad que las nativas.

Tal vez la preocupación expuesta por Pierre Teilhard de Chardin acerca de la visión antropológica del ser humano (Chardin, 1965), en donde propone la evolución del ser humano, se refleje al cuestionamiento de porque hay países desarrollados y porque otros no, ya que el problema de la ciencia e investigación pasa a ser un problema que reside en la administración de los recursos humanos y naturales, en donde el aspecto humano juega un papel importante en el sentido de la mentalidad, la pasión y la actitud, así como en la búsqueda de oportunidades para mejorar la calidad de vida de los demás.

Es imprescindible revisar si las investigaciones en de Colombia y al interior de la Universidad se están direccionando para solucionar problemas pertinentes del entorno, ya que la investigación y la educación deben existir bajo la conciencia de que debe ser colaborativa y cooperativa, buscando el bien común y teniendo en cuenta la visibilizarían de la información para enriquecer y fortalecer las investigaciones y desarrollos futuros.

Pero no hay que confundir a la investigación como una actividad de consulta meramente, hay que imprimirle el tinte humano para poder entender la propia realidad y cotidianidad, y ver hasta donde lo que se produce es reconocible y validado. Infortunadamente existe el monopolio de las publicaciones y el hecho de que la producción intelectual de las investigaciones no sea visible en bases de datos reconocidas, implica que la producción no exista.

Adicionalmente, se está viviendo en un mundo globalizado, y los profesionales, investigadores y docentes se miden, comparan y compiten continuamente con profesionales de talla mundial, por tal razón las prácticas investigativas podrían proyectar resultados satisfactorios en la Universidad a mediano plazo mediante el uso de bases de datos, para tener acceso a material actualizado para poder fundamentar y aportar a las investigaciones. Esta interacción científica permite evidenciar en dónde están los desarrollos y avances de punta en las diferentes disciplinas, es decir, el conocimiento científico hoy en día además de ser racional, universal, y objetivo, debe ser comunicable y verificable.

Finalmente, el conocimiento científico en ingeniería debe ser transmitido en las aulas de clase y laboratorios, y al ser aprendido debe atender a tres grandes dimensiones del saber: el cognitivo (saber conocer y comprender), el procedimental (saber hacer) y actitudinal (saber ser), y posee un carácter social compartido, es decir saber comunicar y saber convivir. Así mismo, hay una aproximación con respecto al punto de vista científico creacionista de Futtuyama, desde la ingeniería, en el sentido de que todo se puede cuestionar, porque la ciencia no tiene la última palabra. Es decir, el conocimiento científico actual no consiste en la obtención de un saber riguroso y verificable, puesto que pueden resultar o no respuestas definitivas o probables sobre un determinado hecho.

2.2 EL INVESTIGADOR PEDAGÓGICO

Las habilidades que debe poseer el investigador pedagógico según (Pineda, 2010) son ampliamente coherentes con el quehacer de la ingeniería en donde se atribuyen las capacidades de la curiosidad, el pensamiento estructurado, el uso de instrumentos y procedimientos, las habilidades lectoescrituras, la capacidad de comunicación e interacción con las comunidades científicas, así como el estudio, análisis y perfeccionamiento continuo de las habilidades y hábitos intelectuales.

En ese sentido surge el interrogante de si el investigador nace o se hace, donde Vargas Llosa expone una posición que puede ser acertada: “Si me hubiera puesto a esperar la inspiración simplemente no habría escrito nada”, en donde expresa que el talento y la inspiración no son suficientes si no que se potencializan con el trabajo. Por lo que se puede citar lo siguiente, expresado por Vargas Llosa y en lo cual se considera hay empatía:

“Después de la aventura de descubrir el tesoro del talento, que estoy seguro se encuentra en cada uno de nosotros, queda mucha tarea por emprender. La principal es ponerlo a trabajar. No hay atajos. El genio, en palabras de Edison, es un 1% de inspiración y un 99% de transpiración. El talento hay que cuidarlo. Necesita entrenamiento. Tiene que crecer para desarrollar todo el potencial y que los demás puedan reconocerlo y disfrutarlo. No puede sucedernos como al padre de la genética Gregor Mendel que tardaron 30 años en reconocer su talento porque estaba traspapelado”. En el párrafo anterior, Vargas Llosa señala que se pueden tener las habilidades suficientes para ser un excelente investigador, pero si no se desarrollan o explotan, no servirán de nada, en ese sentido es más

valiosa la disciplina, la actitud, la perseverancia, la constancia y la entereza, para describir el rol del investigador pedagógico, por lo cual se considera que la investigación no es para todas las personas.

Adicionalmente se resalta que el investigador pedagógico debe poseer características integrales, donde la sencillez y humildad deben prevalecer, ya que el ego científico desvirtúa la razón de ser de la investigación, porque el investigador pedagógico no debe consagrarse al reconocimiento externo o promoción, sino que, más bien, su pasión, sabiduría y bondad, permitan promover la capacidad de motivar o inspirar a otro a investigar.

Entonces, la célebre frase “solo sé que nada sé” atribuida a Sócrates pero recopilada por Platón, donde reconoce su humildad en el saber siendo el hombre más sabio en Grecia, muestra la aceptación de la ignorancia del investigador, que lo impulsa en cierta manera a tener el deseo constante de obtener conocimiento, y de darse cuenta de que mientras más avanza, más inquietudes o “huecos de conocimiento” posee.

El conocimiento es una necesidad en el mundo de hoy, es decir, se está viviendo la era de la información, y en paralelo a ella, la era de la desinformación, en donde juega un papel importante que el investigador tenga la capacidad de identificar y validar si la información es verídica o no. Para ello, las universidades deben facilitar los espacios para que los investigadores desarrollen sus habilidades mediante el uso de infraestructura y bases de datos reconocidas, para poder tener acceso a herramientas e información actualizada y validada por la comunidad científica como punto de partida en las investigaciones.

Otro aspecto interesante de (Pineda, 2010), es el abordaje de cómo a través del sistema educativo nacional se “castra” en el estudiante o futuros investigadores destrezas como la curiosidad y asombro, en donde se debe cuestionar acerca de qué elementos pedagógicos, como docentes se deben usar para formar a los estudiantes, pero, infortunadamente no se puede establecer un modelo pedagógico que defina métodos, procedimientos o elementos precisos para generar práctica pedagógica y motivar a los alumnos a desarrollar habilidades investigativas.

Referente a lo anteriormente expuesto Jhon Dewey, filósofo, pedagogo y psicólogo estadounidense (Dewey, Bentley, 1949) afirma que: “debe haber un surtido innato, un capital de recursos, no podemos provocar la capacidad de pensar en ninguna criatura que no piense ya espontáneamente o, como solemos decir, ‘naturalmente’. No obstante, aun cuando no podemos aprender ni enseñar a pensar, podemos aprender como pensar bien, sobre todo, como adquirir el hábito general de la reflexión”.

En ese sentido, en los docentes recae la responsabilidad de que en su quehacer motiven a los estudiantes a ganar confianza y entusiasmo para asistir a clase, y no esterilizar su capacidad de pensar. Un enfoque investigativo y pedagógico que está empezando a difundirse en los programas de ingeniería, que permite dar participación a los estudiantes, es el modelo pedagógico basado en la pregunta o el problema, en donde se plantean problemas a desarrollar en el aula y, mediante los fundamentos de la disciplina se aborda, analiza, contextualiza y se le da solución, permitiendo la generación de conocimiento relativamente nuevo (Vásquez, Caro, 2011).

2.3 DOCUMENTO CONPES

Se le abona al documento (CONPES, 2009) la iniciativa del gobierno por intentar diagnosticar, replantear y regular los procesos de investigación en el país en el ámbito de la política de ciencia, tecnología e innovación. En ese diagnóstico el documento señala que el problema central ha sido la baja capacidad del país para identificar, producir, difundir e integrar conocimiento, estableciendo seis factores que han contribuido a este retraso.

El primer y segundo factor han sido el bajo nivel de inversión en Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación (ACTI), así como la debilidad institucional del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, donde se está de acuerdo en que es mayor la proporción de inversión estatal que privada comparativamente con lo invertido en los países desarrollados.

Es por eso que el modelo Colombiano para la investigación está mal orientado, ya que no hay sinergia tripartita entre universidad, estado, empresa. No existen centros tecnológicos dentro de las empresas o laboratorios especializados en las universidades y no hay relación entre la universidad y la empresa para solventar sus necesidades. En muchos casos esta situación se debe a que las empresas no tienen interés, no tienen infraestructura (PyMES) o porque simplemente no existen políticas o garantías desde el gobierno, que las motiven

a realizar esas actividades, además, el estado cuenta con un Departamento para el desarrollo de la Ciencia y Tecnología como Colciencias, que es más un ente administrativo burocrático obsoleto, que no ha promulgado asertivamente el fomento y gestión efectiva de la investigación.

Se destaca el tercer factor establecido, que se enfoca en la formación del recurso humano, donde el volumen de producción de conocimiento en Colombia es débil debido a que no se cuenta con un grupo significativo de personas dedicado a actividades de ciencia, tecnología e innovación. Como se comentó en el ítem anterior del investigador científico, se requiere recurso humano capaz de aprender a pensar científicamente partiendo desde los docentes hasta llegar a los estudiantes. A nivel mundial el fenómeno de reducción significativa de estudiantes que ingresan a formar parte de programas de ingeniería o ciencias es una situación evidente.

Es necesario que un mayor número de niños y jóvenes hagan parte de programas que desarrollen las competencias científicas, matemáticas y tecnológicas para que futuros estudiantes de ingeniería construyan un aprendizaje frente a la investigación, que se aproxime al conocimiento a través de la indagación.

En ese sentido, en el contexto internacional la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), a través de sus sociedades y capítulos de ingeniería (RAS – Robotics and Automation Society, EDS, Electronic Devices Society, Signal Processing Society, entre otras) ha presentado programas a nivel mundial para fomentar el interés de estudiantes de colegios para introducirse en el estudio de las matemáticas y las ciencias, el cual es un referente a seguir desde las universidades colombianas (Charette, 2013). Así mismo se requiere incrementar la cobertura para la formación de maestría y doctoral de profesionales colombianos, pero no solamente a aquellos profesionales a los cuales se dirige (solteros, requisitos de edad), sino incluso a profesionales con familia y docentes que aunque no cumplen requisitos de edad que tienen perfiles investigativos, y que por su naturaleza de perfil no se dan las garantías apropiadas para su formación.

Obviamente, desde la ingeniería, en Colombia no se cuenta con oferta de educación doctoral suficiente, donde se enfoque la formación para el aporte y promoción del desarrollo agroindustrial, alimentario, biocombustibles, energías renovables y alternativas, construcción, electrónica, mecánica, producción, gestión ambiental, manufacturas, sectores minero-energético, petroquímico, software y teleinformática entre otras. En el cuarto factor identificado es la deficiencia en cuanto a apropiación social del conocimiento. Es evidente que los escasos recursos destinados por el estado para el fomento de la ciencia tecnología e innovación, sumado a la falta de continuidad en los programas y los inexistentes espacios para el desarrollo de la investigación (Parques Tecnológicos o Centros de Desarrollo Tecnológico Regionales) reducen los niveles de participación y diálogo de las comunidades, haciendo difícil la comprensión y utilización de la ciencia en las actividades cotidianas productivas, políticas, sociales o culturales.

Finalmente el quinto y sexto factor: la ausencia de focalización en áreas estratégicas de largo plazo y la disparidad regional en capacidades científicas y tecnológicas son incuestionables, es decir, no existe un direccionamiento de conjunto de acciones y recursos hacia sectores productivos o áreas del conocimiento definidos como fuentes de potencial desarrollo en el país o en las regiones. Caso destacado es Corea, por ejemplo, que ha desarrollado una infraestructura científica y tecnológica robusta, creando el Instituto para la Ciencia y la Tecnología de Corea del Sur, en donde da apoyo directo a I+D en universidades y diseña condiciones de financiamiento que profundizarían la inversión en actividades científicas y tecnológicas (Colciencias, 2006). De igual manera, experiencias más cercanas a nivel latinoamericano como los Programas de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile son un ejemplo de estos modelos que tienen pertinencia para mejorar el estado de la investigación en el país (Conicyt, 2013).

2.4 APROXIMACIONES DE LA CIENCIA

García en su artículo (García, 2008) ha seleccionado aquellas concepciones contemporáneas de la ciencia que han tenido mayor impacto tanto entre filósofos como entre científicos, donde muestra la riqueza en la variedad de enfoques y de ideas que caracteriza a la ciencia actual.

En similitud, éstos pensadores contemporáneos iniciaron sus respectivas carreras como físicas y matemáticas, y la gran mayoría de sus referencias y ejemplos son a las llamadas ciencias "exactas", como la física, las matemáticas

y la astronomía. En ese sentido es claro que las disciplinas científicas, y entre ellas, las ingenierías se han movido más aprisa y con mayor versatilidad que la filosofía de la ciencia, y que hoy reclaman su inclusión en ella, con todo derecho, las ciencias económicas, políticas y sociales.

Es importante señalar que por método científico se entiende la suma de los principios teóricos, de las reglas de conducta y de las operaciones mentales y manuales que usaron en el pasado y hoy siguen usando los hombres de ciencia para generar nuevos conocimientos científicos. Desde la ingeniería tal vez el esquema principalmente utilizado sobre este método puede asociarse a la categoría del método inductivo-deductivo.

Para los proponentes de este esquema, la ciencia se inicia con observaciones individuales, a partir de las cuales se plantean generalizaciones cuyo contenido rebasa el de los hechos inicialmente observados. Las generalizaciones permiten hacer predicciones cuya confirmación las refuerza y cuyo fracaso las debilita y puede obligar a modificarlas o hasta rechazarlas. El método inductivo-deductivo acepta la existencia de una realidad externa y postula la capacidad del ser humano para percibirla a través de sus sentidos y entenderla por medio de su inteligencia.

Así mismo aplica el método hipotético-deductivo, en donde se ha postulado la participación inicial de elementos teóricos o hipótesis en la investigación científica, que anteceden y determinan a las observaciones. De acuerdo con este grupo, la ciencia se inicia con conceptos no derivados de la experiencia del mundo que está "ahí afuera", sino postulados en forma de hipótesis por el investigador, por medio de su intuición. Además de generar tales conjeturas posibles sobre la realidad, el científico las pone a prueba, o sea que las confronta con la naturaleza por medio de observaciones y/o experimentos.

Por lo tanto, en ingeniería existe mayor afinidad con la noción de la ciencia señalada por Popper y Lakatos. En ese sentido, el desarrollo del método científico en ingeniería suele ser sistemático y riguroso, por lo cual se aleja un poco de la concepción de Khun o Feyerabend, quienes niegan la existencia de un método científico en dos tendencias: por un lado, teniendo en cuenta que el estudio histórico nunca ha revelado un grupo de reglas teóricas o prácticas; y por otro lado, que si bien en el pasado pudo haber habido un método científico, su ausencia actual se debe al crecimiento progresivo y a la variedad de las ciencias, lo que ha determinado que hoy existan no uno sino muchos métodos científicos.

3. DISCUSIÓN, REFUTACIONES Y APORTES

3.1 EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

En contraposición a lo expuesto por (Futtuyama, 2001), el gobierno colombiano a través de congreso colombiano presenta interés para la inversión en CTel, pues asevera que en el año actual aprobó el 10% de las regalías de la nación para invertirse en ciencia y tecnología, sin embargo esta asignación de recursos ha sido volátil (Dinero, 2013), ya que se ha sometido de nuevo al eterno problema de corrupción administrativa que inunda al país.

En general, lo que se percibe es un desinterés por el gobierno hacia el fomento de la investigación, y el estado está más inclinado en resolver otras dificultades que atacan directamente a los colombianos o atender prioridades de los programas estatales; problemas de orden social, seguridad y económico que aquejan a la gran mayoría de la población, en vez de visionar y entender que si se le apuesta a la educación y a generar conocimiento, muchos de esos problemas se podrían mitigar. Con respecto a (Futtuyama, 2001), se considera que es necesario precisar que una cosa es la filosofía y otra la ciencia, donde esta última está fundamentada en el conocimiento científico, y en ese sentido, el evolucionismo y el creacionismo son posiciones filosóficas diferentes, por lo que no es decoroso que posiciones filosóficas sean camufladas como ciencia.

En ese sentido, el hecho de que un investigador se profese creacionista no implica que la ciencia no se desarrolle, es decir, la concepción filosófica así como la ciencia no se excluyen sino que, tal vez, se pueden desarrollar en espacios independientes. Desde la ingeniería, en Colombia se tiene una percepción emocional, en la cual se entiende que si se requiere involucrarse en la dinámica de la investigación, existen dificultades para integrarse a

esas dinámicas porque no se producen tecnologías, pero tal vez la solución está en los nuevos enfoques de integración tecnológica e innovación. En cuanto a integración de tecnologías, se entrevé un potencial campo de investigación en donde a partir de plataformas ya desarrolladas, el ingeniero colombiano podría competir y generar nuevos desarrollos y aplicaciones mediante su articulación, mezcla o composición.

Así mismo, la innovación es una herramienta que debería potenciarse en la formación no solamente de estudiantes sino de maestros, en la cual el ingenio de los profesionales no solamente se desarrolle, sino que además se oriente hacia proyectos o productos que sean productivos. El objetivo de la innovación no solamente busca generar conocimiento novedoso sino lucrativo, es decir de nada vale patentar por ejemplo un nuevo sistema de cepillo de dientes, si posiblemente sea más costoso de implementarlo o producirlo comparativamente con respecto a los cepillos tradicionales.

Desde la ingeniería además, existe una inquietud cuando se hace investigación en el contexto humanístico, ya que normalmente se subestima, pero en definitiva no es lo mismo investigar en ciencias naturales que en ciencias humanas, ya que la reproducibilidad en las ciencias naturales es posible pero en las ciencias humanas no, ya que, en estas últimas, los entornos varían de un caso de estudio con respecto a otro. Los resultados no son reproducibles, la cultura, y condiciones de vida son diferentes. De esta manera, en ingeniería la aplicabilidad de la investigación es válida y tiene peso significativo, mientras que para otras disciplinas no necesariamente, en donde el conocimiento no consiste en la obtención de un saber riguroso y verificable, sino que pueden resultar o no respuestas definitivas o probables sobre un determinado hecho.

Para complementar, es importante establecer que el conocimiento científico se soporta en la actualidad en el trabajo interdisciplinar, ya que la ciencia se interrelaciona y converge en muchos aspectos, por lo cual el trabajo colaborativo entre diferentes disciplinas enriquece y permite visualizar las investigaciones desde diferentes perspectivas para el desarrollo de nuevas investigaciones trascendentales. En general el conocimiento científico no es una tarea solitaria o producto individual, sino que es el resultado de una comunidad de investigación que ha trabajado para una tarea común.

3.2 EL INVESTIGADOR PEDAGÓGICO

Es importante tener en cuenta, con respecto al documento de (Pineda, 2010) la brecha generacional que en la actualidad diferencia a los docentes con los estudiantes, y desde el punto de vista de la relación docencia investigación, el investigador pedagógico debe asumir que los cambios sociales y tecnológicos son cada vez más notables, por lo cual, debe poseer además una característica fundamental para motivar a los estudiantes en la formación investigativa básica como lo es la capacidad de aprender a desaprender y adaptación a esos cambios.

En la formación de los ingenieros las prácticas de laboratorio juegan un papel importante en donde el método científico es intrínseco, y los estudiantes indagan, inspeccionan, observan, examinan, miden, rastrean, exploran, experimentan, analizan, comparan, sintetizan, caracterizan, ordenan, generalizan, describen, demuestran, concluyen y argumentan (De Sánchez, 1991). Teniendo en cuenta estas actividades el docente requiere estar actualizado sobre la temática que imparte y para ello requiere de la ayuda de la investigación.

En la actualidad el docente se enfrenta ante nativos digitales como estudiantes y la forma o metodología tradicional con la cual transmite el conocimiento ha cambiado, ya que se encuentra ante la presencia de una juventud inquieta que no se conforma con sentarse largas horas frente a un tablero y para escuchar a un maestro que dice un discurso aburrido.

Existen muchos docentes que no se preocupan por actualizarse respecto a la tecnología y las técnicas que ésta presenta para dar a entender a su audiencia los temas que contienen sus asignaturas, por lo cual, el hecho de que el investigador pedagógico tenga capacidad de adaptación, implica reinventarse en su quehacer docente aprendiendo en primera estancia, técnicas que le brinda la tecnología tales como: clases virtuales, el uso del video beam, foros virtuales, preparación de presentación de animaciones, simulaciones o simplemente diapositivas, uso de software

para simulaciones, publicación de artículos en blogger y apoyarse en plataformas virtuales, institucionales y externas (Moodle), entre otras (Jiménez, Et al, 2013).

Sin lugar a duda, desde la ingeniería, el enfoque de formación es incentivar la curiosidad, creatividad e innovación en los futuros profesionales e investigadores, y en ese sentido los planteamientos del Doctor en Educación Británico Sir Ken Robinson son de mucho interés (Robinson, 2009, 2011), ya que plantea que desde las escuelas la creatividad en la educación es tan importante como la alfabetización.

El interrogante es ¿Porque la gran mayoría de estudiantes no se vinculan a la investigación?. El problema no solamente es de bajo autoestima con respecto a otros o por simple percepción de que es una actividad aburrida, por lo cual el docente debe asumir el reto de motivar a los estudiantes desde sus clases. Desde su formación académica, el espíritu creativo y de asombro de los niños conforme van avanzando su educación se va perdiendo, ya que el miedo a la equivocación se inculca desde las aulas. Esto no quiere decir que la equivocación es sinónimo de creatividad, sino que, si no se está dispuesto a la equivocación no es posible llegar a generar conocimiento original.

Complementando las características del investigador pedagógico, en ingeniería se propone que las habilidades superiores de pensamiento se pueden desarrollar en escenarios como los semilleros de investigación y el incentivo de trabajo hacia jóvenes investigadores, implicando el cultivo y desarrollo de acciones tales como: La creatividad como innovación asociada a la solución de problemas principalmente, el pensamiento crítico como autorreflexión rigurosa y lógica; acciones interpretativas orientadas a encontrarle sentido a un texto, de una proposición, problema, grafica, etc., fundamentándose en la reconstrucción de los textos.

De igual manera las acciones argumentativas, que tienen por fin dar las razones de una afirmación, son necesarias ya que permiten establecer el porqué de una proposición; y las acciones propositivas que implican la presentación de alternativas de trabajo, u opciones de solución a problemas, planteando hipótesis, resolución de problemas, confrontación de perspectivas, deducciones y conclusiones, entre otras (Tejada, Et. Al, 2008).

De esta manera, el docente universitario puede incentivar y acompañar a sus estudiantes para que a partir de la investigación aprenda a pensar, a dar soluciones a cuantos dilemas se presenten, a que sean proactivos y, como futuros, les enseñe a identificar problemas, sus posibles soluciones y a trabajar en equipo con los demás (Tabares, 2007). Indubitablemente, en ingeniería prevalece que a estas características, el sentido o impacto social de los desarrollos sea significativo, y se propone que la investigación no debe estancarse en un mero soporte documental, sino que tenga un aporte real sobre la comunidad.

Adicionalmente, en ingeniería las habilidades fácticas o instrumentales son imprescindibles en el investigador pedagógico, ya que desde la ingeniería los procesos teóricos son aterrizados experimentalmente donde el manejo de tecnologías, software y hardware especializado es fundamental, así como la interpretación de respuestas, observaciones, hojas técnicas y documentación.

3.3 DOCUMENTO CONPES

La situación científica, tecnológica y de innovación a nivel regional es crítico, ya que no existe el ambiente propicio para desarrollarlo no solamente por la escasez de recursos humanos (formados en doctorado específicamente), sino por la falta de inversión y focalización efectiva de recursos para estos aspectos desde el gobierno y Colciencias (El Tiempo, 2010).

Las políticas para el desarrollo de la investigación en el país planteado en (CONPES, 2009) es, en cierta manera importante, pero si no se ve reflejado en hechos, estrategias, infraestructura y voluntad política para llevarlas a cabo, será un nuevo esfuerzo o propuesta que quedará simplemente en el papel.

La percepción del desarrollo científico (CONPES, 2009) se centra exclusivamente en investigación de alto nivel, y no plantea soluciones a corto o mediano plazo para abordar la investigación básica. Así mismo, se proyecta una visión económica de la ciencia que es errónea, porque la investigación no se concibe para generar ganancias desde su punto de partida, ya que a largo plazo y con el seguimiento apropiado podría reflejarse este efecto económico.

En un hecho infortunado, el documento cita como estrategia supuestamente importante para incentivar la innovación en el sector agrícola colombiano el funesto programa “Agro Ingreso Seguro”, en donde como siempre fue orientado por intereses políticos en el país.

Adicionalmente, en Boyacá, el Consejo Departamental de Ciencia y Tecnología (Codecyt) ha sido poco operativo, debido a que no existe compromiso y voluntad política del Departamento, y a pesar de que en la región existe un potencial humano y académico fuerte en las universidades, el sector productivo prácticamente es inexistente o pasivo. En realidad, no ha existido un manejo adecuado para la formación de investigadores, ni tampoco de masificación de la ciencia y la investigación en las instituciones académicas por parte del Departamento de Ciencia y Tecnología del país, y el trecho entre docencia e investigación es muy elevado, ya que el rol docente se debe distribuir en actividades de docencia y administración más que en investigación. Esta brecha se podría reducir si desde los primeros años de formación de los profesionales se contará con docentes dedicados exclusivamente a la investigación, con las respectivas garantías para desarrollar el interés científico e investigativo en los estudiantes.

A nivel regional, en las universidades el modelo de financiación de proyectos es limitado porque hay carencia de recursos, laboratorios y tiempos necesarios para desarrollar, más que a corto plazo, desarrollos investigativos a mediano y largo plazo, en donde los proyectos sean estables, maduros y se consoliden en el tiempo.

Desde la Ingeniería (específicamente Electrónica), se han identificado, clasificado y analizado tendencias de investigación a nivel mundial, nacional y regional, planteados en diversos documentos como el Informe Nacional de Competitividad 2013 (CNC, 2012), World Economic Forum (WEF, 2012) y Horizon Report (Horizont, 2013) entre otros, donde se vislumbran las tecnologías emergentes a corto plazo y que podrían orientar la investigación en el país y la región, tales como Bioingeniería, Electrónica de estado sólido, Circuitos integrados, Dispositivos y materiales semiconductores, Física de la electrónica, Micro y nano electrónica, Fotónica y óptica, Antenas y telecomunicaciones, Automatización, Instrumentación y Control, Sensórica y Sistemas de energía eléctrica, redes de distribución y potencia (Santos, Muñoz, 2010).

Finalmente, las estrategias y tareas planteadas en el Documento CONPES han sido muy débiles, porque a la fecha de publicación en el año 2009 se plantearon metas a 3, 6 meses y 1 año de los cuales no se han tenido informes o seguimiento oportunos.

3.4 APROXIMACIONES DE LA CIENCIA

En resumen, el esquema de Popper del método científico es claro, la ciencia es simplemente asunto de tener ideas y ponerlas a prueba, una y otra vez, intentando siempre demostrar que las ideas están equivocadas, para así aprender de los errores. De acuerdo con Popper, la ciencia no empieza con observaciones sino con problemas o necesidades. El ser humano de ciencia se asoma a la naturaleza bien provisto de ideas acerca de lo que espera encontrar, portando un esquema preliminar (pero no por eso simple) de la realidad.

Obviamente, el esquema inicial de la realidad del investigador es una hipótesis (consciente, o quizá con mayor frecuencia, inconsciente) derivada de todo lo que aprendió al respecto de sus antecesores mas todo lo aportado por su experiencia personal en ese campo más toda su imaginación.

Así mismo, tanto Popper como Lakatos están de acuerdo en que las distintas teorías deben compararse por su aumento en contenido y su corroboración, y ambos enfrentan el mismo problema de cómo medirlo. Finalmente, los dos filósofos se interesan en la metodología científica pero mientras Popper pretende decir cómo se hace o

debería hacerse hoy la ciencia, Lakatos escudriña el pasado para sugerir cómo deberá hacerse la ciencia en el futuro.

4. CONCLUSIONES

El problema del conocimiento ha sido una motivación constante del ser humano por entender o desentrañar su mundo. Es por ello que el conocimiento es definido como un proceso que nos llega de manera natural y como producto de una intención de conocer algo en particular.

La ciencia es indispensable para la vida del ser humano ya que le permite progresar, ya que gracias a la ciencia se ha conseguido transformar parcialmente la naturaleza a sus necesidades y ha logrado, a lo largo del tiempo, mejorar su calidad de vida.

El investigador pedagógico debe ser objetivo, dejar todo lo subjetivo a un lado, lo cual es una tarea difícil pero no imposible, y ver las cosas tal y como son, para luego poder transmitir sus teorías a otras personas y al mundo en general.

Es evidente el divorcio entre la investigación, el estado, la universidad y el entorno por lo cual es necesario cuestionar hasta qué punto la investigación se extiende hacia la comunidad. Las políticas estatales y departamentales no proporcionan las herramientas y recursos suficientes y necesarios para el fomento y desarrollo de la investigación en Colombia. Al parecer la comunidad científica en el país no cuenta con los recursos ni la orientación adecuada para canalizar sus esfuerzos hacia la solución de los problemas reales.

Existen diferentes enfoques investigativos, en donde el ser humano requiere conocer la realidad que lo rodea, así sea conocer la relación que hay entre él y el objeto o la realidad misma, para poder adaptarse o adaptarla a él. Los medios para conocer son variados, pero su finalidad es la misma, la ciencia no es una sola, está compuesta por muchas ciencias particulares que estudian un determinado objeto o el mismo objeto desde diferentes perspectivas.

Como reflexión final, las características o cualidades del ingeniero docente investigador son especiales y deben ser perdurables y perfeccionados a lo largo de su quehacer y experiencia no solo docente sino profesional, debido a su naturaleza disciplinar y a la capacidad que deben tener para asegurar que los estudiantes se motiven y se formen en el campo de la ingeniería con atributos de creatividad, proactividad y disciplina para que en su desarrollo profesional sean competitivos e idóneos.

Esas cualidades se integran en un conjunto de hábitos, actitudes, habilidades y conocimientos, las cuales deben poseer atributos que guarden equilibrio desde el punto de vista cognitivo, factico, social y ético como lo son la honestidad, la integridad, la mentalidad amplia, la flexibilidad, la madurez, la dedicación, la pasión, independencia y autonomía, seguridad, autosuficiencia, competencia, eficacia, entusiasmo y perseverancia, cooperatividad o trabajo en equipo, visionario, reflexivo, espíritu de observación, habilidades de lecto escritura, y capacidad de autoperfeccionamiento, entre otras más.

REFERENCIAS

- Futtuyama, D. J. (2001). "El conocimiento científico", *Revista Elementos: Ciencia y Cultura*, Vol. 8, No. 41, pp. 21-31.
- Pineda, D. A. (2010). "El Investigador Pedagógico: Una Perspectiva Sherlockiana", *Revista Praxuis & Saber*, Vol. 1, no. 1, pp. 43-75.
- Colmenares, O. A. (2007). "El conocimiento como ciencia y el proceso de investigación".
- DNA, Departamento Nacional de Planeación. (2009). *Documento CONPES 3535*, República de Colombia, Bogotá, D.C., 27 de abril de 2009.
- García, L. (2008). "Aproximación epistemológica al concepto de ciencia: una propuesta básica a partir de Kuhn, Popper, Lakatos y Feyerabend", *Revista Andamios*, Vol.4, No. 8, pp. 185-202.
- Soanes, C. & Stevenson, A. (2008). *Oxford English Dictionary*, Oxford University Press, Eleventh Edition.

- Munevar, J. (2010). "Política Actual de Ciencia y Tecnología en Colombia, contravía al desarrollo nacional", Bogotá, 13 de marzo de 2010. Tomado de: www.periodismopublico.com.
- Chardin, P. T. De. (1965). *Science et Christ*, French & European Pubns, October 1, 1965.
- Dewey, J. & Bentley, A. *Knowing and the Known*, 1949.
- Vásquez, C. A. y Caro, P. A. (2011). "Aplicación de los Métodos Pedagógicos Problémicos a la Caracterización de las Asignaturas de un Plan de Estudios de Ingeniería Electrónica", *Revista de Educación en Ingeniería, Publicada en línea por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI*, N°. 12, pp. 12-22, Diciembre de 2011.
- Charette, R. N. (2013) "The STEM Crisis Is a Myth, Forget the dire predictions of a looming shortfall of scientists, technologists, engineers, and mathematicians", *Spectrum IEEE*, August 2013. Disponible en: <http://spectrum.ieee.org/at-work/education/the-stem-crisis-is-a-myth>.
- Colciencias. (2006). *Documento Visión 2019 de ciencia y tecnología*, DNP y Colciencias.
- Conicyt. (2013). *Programas Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile*, Disponible en: <http://www.conicyt.cl/>, 2013.
- Dinero. (2013), "Listos los recursos para ciencia y tecnología", *Revista Dinero*, Publicado 31 de Enero de 2013, Tomado de: www.dinero.com.
- De Sánchez, M. A. (1991). *Desarrollo de habilidades del pensamiento. Procesos básicos del pensamiento*. México: Trillas.
- De Sánchez, M. A. (1991). *Desarrollo de habilidades del pensamiento. Razonamiento verbal y solución de problemas*. México: Trillas.
- Jiménez, F., Forero, E. y González. (2013). "Diseño de Instrumentos para la Formación Teórica y Experimental del Procesamiento de Señales en Ingeniería Electrónica y sus Aplicaciones". *Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions - LACCEI 2013*. Cancún, México.
- Jiménez, F., Pardo, C., Sosa, L., Cáceres, E. y Umaña, O. (2013). "Diseño de Instrumentos Educativos para el Procesamiento de Señales por Medio de la Implementación de DSP". *Congreso de Investigación y Pedagogía III Internacional y II Nacional - CIPNI 2013*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia.
- Jiménez, F., Pardo, C., Sosa, L., Cáceres, E. y Umaña, O. (2013). "Estrategias para la Formación Teórica y Experimental del Procesamiento de Señales en Ingeniería Electrónica y sus Aplicaciones". *III Congreso Internacional de Instrumentación Control y Telecomunicaciones - CIICT 2013*. Universidad Santo Tomas, Tunja, Colombia.
- Robinson, S. K. (2009). *Element: How Finding Your Passion Changes Everything*. Adult Pbs, August, 2009.
- Robinson, S. K. (2011). *Out of our minds: learning to be creative*. Capstone Pub. 2 edition. February, 2011.
- Shulman, L.S. (2004). *Teaching as community property: Essays on higher education*. Ed., Pat Hutchings. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Tejada, C., Tejada, L. y Villabona, A. (2008). "Pedagogía para el desarrollo de Competencias Investigativas apoyada en los semilleros de investigación desde el inicio del pregrado", *Publicado en línea por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI, Revista de Educación en Ingeniería*, N°. 6, pp 38-49, Diciembre de 2008.
- Tabares, A. F. (2007). *De los orígenes del pensamiento a la enseñanza del pensar*. Fundación de Educación Superior Investigación y Profesionalización CEDINPRO, Bogotá, 2007.
- El Tiempo, Periódico. (2012). *Colciencias se queda atrás*. Editorial, 12 Julio de 2012, Tomado de: http://www.eltiempo.com/opinion/editoriales/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-12022482.html.
- CNC. (2012). *Informe Nacional de Competitividad 2012 – 2013, Ruta a la prosperidad colectiva*. Consejo Nacional de Competitividad, Zetta Comunicadores, Bogotá el 23 de Octubre de 2012.
- WEF. (2012). *Global Competitiveness Report 2012 – 2013*. Geneva: World Economic Forum.
- Horizont. (2013) *Horizon Report 2013*. Higher Education Edition, The New Media Consortium.
- Santos, G.; Muñoz, M. J. y Gómez, J. (2010). "Identificación, clasificación y análisis de las tendencias de investigación en Ingeniería electrónica a nivel mundial, nacional y regional". *Publicado en línea por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI, Revista de Educación en Ingeniería*. N°. 10, pp 61-73, Diciembre de 2010.

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.