



Reflexión desde la argumentación para la ciencia ingenieril en la Universidad de Manizales

GERMÁN ZULUAGA SALAZAR
DOCENTE FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE MANIZALES
gerzu@um.umanizales.edu.co

Resumen

La universidad debe generar en su proceso educativo, profesionales con las mejores capacidades de interactuar en el mundo globalizado.

Los Ingenieros no escapan a este reto, que los lleve a ocupar destacado papel en la sociedad del conocimiento, para lo cual, requieren estar preparados para compartir con la ciencia, su lenguaje, el aprendizaje continuo, la autoformación, el pensamiento complejo, las habilidades de comunicación, el trabajo en equipo, el interés por desaprender y reaprender, como forma de alcanzar el no saber como detonante del conocimiento.

De allí que educar para el desarrollo de habilidades argumentativas, es abrir caminos seguros hacia la construcción del conocimiento y la permanencia de este profesional al servicio de la sociedad.

Abstract

The university must form in its educational process the professionals with the best capacities for interact in the global world.

The engineers are not out of this challenge which takes them to be in an important status in the knowledge society.

In that order they must be prepared to share

with science, language, continuous learning, the self-formation, the complex mind, the abilities to communicate, the work in groups, the interest to unlearn and relearn as a form to get the unknowing as a pop up for knowing.

So, that educate for the development of reasoning argumentative abilities is to open safe ways toward the building of knowledge and the permanence of the professional at the society service.

La universidad antes que al dogma, se debe abrir a la indagación, al pensamiento inquisidor para posibilitar que esa barrera que en ocasiones se pretende entre la cultura científica y la cultura humanística sea levantada como ocurre en el caso de las facultades de ingeniería.

Sobre la universidad se ciernen paradigmas que hacen prevalecer lo técnico sobre lo humanístico, lo científico-disciplinar por sobre el ser. Contrario a los nuevos modelos o posiciones de pensamiento que ya invitan a realizar un diálogo de saberes, donde las ciencias estén enlazadas o comunicadas.

La reforma de la universidad debe moverse sobre un eje transdisciplinar que produzca cambios del pensamiento de la unidimensionalidad a la multidimensionalidad, ya caminamos sobre el Siglo XXI, de la mano de la globalización o mundialización del conocimiento donde los compartimentos autárquicos no tienen mayores posibilidades. El motor del cambio en esta sociedad del conocimiento y de la información esta dado por un dominio del conocimiento que emerja de una inteligencia donde tenga cabida al pensamiento complejo, problematizador, casuístico, necesario de promover en estudiantes de ingeniería ya que el pensamiento com-

plejo captura las relaciones, las interacciones, las implicaciones mutuas, los fenómenos multidimensionales, las realidades, a la vez solidarias y conflictivas. El pensamiento complejo dinamizará en los estudiantes de ingeniería la ciencia y la tecnología, díada a la que están convocados para tener éxito profesional a través del ejercicio de su ingenio y creatividad para lograr mantenerse en la sociedad del conocimiento.

En tal sentido en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Manizales se constatan a menudo las grandes dificultades con que se enfrentan la mayoría de los estudiantes a la hora de expresar y organizar un conjunto de ideas en un escrito que se caracterice desde el punto de vista científico por su rigor, precisión estructuración y coherencia.

No distinguen entre los términos de uso cotidiano y de uso científico y se valen de expresiones "comodin" propias de un lenguaje coloquial. Así mismo escriben oraciones largas con dificultades de coordinación y subordinación, o bien cortas sin justificar ninguna afirmación.

Resulta difícil precisar si las dificultades se deben a una mala comprensión de los conceptos necesarios para responder a la demanda del profesor a un no dominio del género lingüístico correspondiente a la demanda. No es solo en las clases de lengua donde se aprenden los géneros lingüísticos, es también en las clases de ciencias ya que ellas se aprenden y construyen expresándolas, y que el conocimiento de las formas de hablar y de escribir en relación con ellas son una condición necesaria para su evolución.

Todo lo anterior antepone la necesidad de enseñar a argumentar científicamente dado que el esquema de sociedad del conocimiento en que nos encontramos requiere de una preparación del futuro profesional que cohabite con el avance de un mundo en desarrollo permanente.

Los grandes objetivos que se pretenden asumir con la enseñanza aprendizaje de la argumentación o razonamiento científico tienen que

ver con: desarrollar la comprensión de los conceptos científicos, discutiendo las relaciones entre las hipótesis los fenómenos o los modelos. Así poco a poco el estudiante irá entrando en la necesidad de utilizar los instrumentos conceptuales y procedimentales de la cultura científica.

La argumentación puede ofrecer una visión que entienda mejor la propia racionalidad de la ciencia, analizando sus procesos de construcción siendo una forma de aproximarse a la epistemología de la ciencia. Es aprender a construir afirmaciones relacionando coherentemente los fenómenos.

Igualmente merece resaltarse como un objetivo primordial el hecho de que si bien se vive en una sociedad democrática es necesario formar un alumno crítico y capaz de optar entre los diferentes argumentos que se le presentan, de manera que pueda tomar decisiones en su vida como ciudadano.

Es decir, el aprendizaje de la argumentación en las clases de ciencia toma sentido desde varios puntos de vista, para aprender ciencia es necesario aprender a hablar y escribir ciencia de manera significativa.

Ahora bien, saber utilizar pertinente y complejamente cualquier conocimiento exige aceptar que el conocimiento es construido reflexivamente, siendo significativo, cuando ha sido comprendido por el sujeto. Que este conocimiento al ser construido significativamente, implica la conformación de redes conceptuales, y con ello la reorganización constante de lo que se conoce, haciéndolo más accesible y más pertinente en su utilización y que la utilización formal e inteligente de la información puede terminar en la creación de conocimiento nuevo.

Es conveniente tener presente que dentro del proceso de formación argumentativa del estudiante también resalta la relación cultural y social del sujeto con su entorno como un factor fundamental. El sujeto aprende los diversos saberes en interacción social, así que para elaborar conocimientos formales y com-

plejos que puedan utilizarse de manera flexible y creativa, no solo es necesario generar reflexión y análisis, sino también intercambio y socialización del conocimiento. Cuestión a partir de la cual se posibilita no sólo la formalización del conocimiento, sino la capacidad hacia el debate crítico entre los sujetos quienes se implican de manera ética emocional en los contenidos para tratar de establecer una posición propia.

Educación para el desarrollo de habilidades argumentativas en estudiantes de ingeniería es abrir caminos seguros hacia la construcción del conocimiento, la participación activa y responsable de los alumnos, la creación colectiva de saberes, significados y realidades, y de un ser humano que se desarrolla como tal a través del encuentro con el otro y con la cultura.

Viene desarrollándose dentro de la Facultad de Ingeniería un proceso de identificación de las competencias para unos, o estándares para otros, donde se llegue a establecer el acercamiento hacia una aprendizaje y una enseñanza significativas. El decreto 769 de mayo del 2001 que orienta sobre los parámetros de calidad en este tipo de facultades y el decreto 263 de junio del 2002 donde se habla del sistema nacional de créditos, antepone la necesidad de dar una mirada no solo desde lo pedagógico sino desde lo didáctico de todo el componente curricular de la carrera.

En tal sentido retomar la concepción de didáctica recibida dentro de la Maestría permite aportar ideas de configuración que contribuyan a la formación de profesional que tiene perfilado la universidad y que a su vez requiere la sociedad. Por cuanto se viene diciendo, que la didáctica debe privilegiar el análisis de problemas cercanos al estudiante, centrados en los intereses de los alumnos y no en el campo disciplinar¹. En la actualidad se observa que los temas científi-

cos tradicionales ya no son motivantes para los estudiantes, en consecuencia, la alfabetización científica debe recurrir a temas transversales tales como: Educación para la salud, educación ambiental, relaciones ciencia-técnica-sociedad, contaminación global, alimentación en el mundo.

Se debe motivar la actividad reflexiva de los alumnos y concebir el lenguaje como un instrumento para poner a prueba nuevas ideas, para predecir de alguna manera lo que va a suceder y para interpretar y dar sentido a las diferentes situaciones en las que participan los estudiantes².

Lo anterior es concordante con lo que los ingenieros del Siglo XXI deberán enfrentar, tanto retos como oportunidades, radicalmente distintas a las que la mayoría de los profesionales actuales han conocido. Nuevas necesidades sociales de infraestructura, bienes y servicio, procesos y sistema cada vez mas complejos y globales exigen replanteamientos de fondo en la formación que reciben los ingenieros. Particularmente se requieren bases para trabajar en ambientes complejos, con un cuadro dinámico de necesidades en continúa expansión, en condiciones políticas, sociales, culturales, económicas y ambientales que exigirán niveles de flexibilidad, comprensión y trabajo en equipo, sensiblemente diferentes a los que han identificado el desempeño del ingeniero.

Los productos de la Ingeniería son cada vez más amplios e importantes consumidores de recursos y exigen ingenieros formados para concebirlos, formularlos, fabricarlos, operarlos, mantenerlos y renovarlos como solución para los diferentes tipos de problemas existentes que están en continuo aumento. Para atender estas responsabilidades la sociedad en su conjunto y particularmente el sector productivo y los responsables de la formación de ingenieros reclaman cada vez mas con mayor insistencia la urgencia de incluir y desarrollar den-

1 Tamayo, Oscar E. *Módulo Didáctica*. Maestría en Educación. Docencia. Manizales, Universidad de Manizales, 2002.

2 *Ibid.*



tro de los programas académicos conceptos tales como: Carácter integrador, pensamiento complejo, habilidades de comunicación, trabajo en equipo y capacidad de autoformación permanente.

Se resalta esta última necesidad en el proceso de formación del ingeniero como lo es la capacidad de autoformación, ya que es, un soporte del aprendizaje de la vida. Así como lo es la capacidad de flexibilidad para aceptar la naturaleza permanente de los cambios, para de esta forma, asimilar la aceleración del aumento del conocimiento, la paulatina obsolescencia de las tareas profesionales, la geoeconomía, la protección del medio ambiente y las demandas de participación democrática y desarrollo sostenido.

En la formación del ingeniero deben procurarse las siguientes características: El carácter general y la amplitud de la base de los conocimientos, las destreza para aprender y el compromiso con el aprendizaje continuo, la competencia para resolver problemas de diseño de soluciones abiertas y de enfoque multidisciplinario, el liderazgo y la habilidad de comunicación, incluso en una segunda lengua, la habilidad para integrarse con eficacia en equipos de diseño, la comprensión de la interacción entre ingeniería, desarrollo y sociedad, la fundamentación ética y el aprecio por los valores, la cultura y el arte y la capacidad para utilizar el creciente poder de las telecomunicaciones y las herramienta informáticas, procurando eliminar el temor de preguntar y estimulando su interés por desaprender y reaprender como forma de alcanzar el no saber como detonante del conocimiento.

Es imperativo pensar en el ingeniero como filósofo porque aquel como éste son hombres que quieren saber, que -formados integralmente- deben aspirar a que el saber sea la realización de su ser, que debido a las repercusiones sociales de su tarea, quieren saber por qué hacen las cosas, para que las hacen y sobre todo, para quien las hacen. El ingeniero es un ser humano que demanda autonomía y en consecuencia

debe vencer el marco siempre estrecho de la unidimensionalidad que ofrece la técnica.

Así mismo el ingeniero debe moverse con habilidad en el uso del lenguaje en una sociedad Intercomunicada donde el uso del lenguaje se convierte en una necesidad apremiante al considerar la cantidad de información y el profundo nivel de abstracción en los cuales ha de adentrarse los profesionales, no contar con esta habilidad en redacción-argumentación y lectura-interpretación difícilmente le permitirá superar la peligrosa incompetencia para identificar enfrentar, comunicar, y resolver los problemas de la sociedad.

Se enfatiza con especial importancia el desarrollo de la capacidad de leer y escribir en los ingenieros, porque además de constituir el requisito de un proceso permanente de autoformación y actualización profesional, es la clave para estimular nuevos patrones de comunicación, liderazgo e influencia política. Probablemente esta sea la forma de propiciar un futuro donde tengan cabida personas más propensas a la tolerancia, la creatividad y a una apropiación inteligente de la ciencia y la tecnología.

Frente a lo anteriormente expuesto, es válido entonces preguntarse: ¿se razona en términos científicos?, ¿Qué pasa dentro de las clases?, ¿la lógica disciplinar le llega al estudiante?, ¿hay una relación fluida entre el diseño curricular y la investigación?. Son algunos de los interrogantes que saltan para determinar de qué forma el diseño curricular establecido no es correspondiente con el currículo aprendido.

La perspectiva de indagación no es nueva, sino, que parte de propuestas realizadas por educadores. La indagación como modo de aprendizaje parte de una idea del estudiante como alguien que resuelve problemas es decir, que formula hipótesis, construye aparatos o recoge datos, pero pretende ir mas allá planteando la cuestión de cómo los estudiantes indagaran, exploran las pautas de razonamiento científico, es decir, procurar que haya reflexión



sobre el conocimiento en lo que Gitomer (1996) "denomina epistémicos" procurando de forma paulatina que los estudiantes hablen en términos de pensamiento crítico, de la capacidad para emitir opiniones informadas sobre cuestiones científicas y tecnológicas.

Al decir de Jiménez Alexandre³ "no cabe duda de la capacidad de los estudiantes para llegar a procesos de reflexión sobre la construcción del conocimiento científico, estos deben llegar a procesos de asimilación de nuevos términos que lleven a explicitar los criterios por los cuales una solución o explicación de una teoría es más convincente que otra. A la luz de la psicología cognitiva, la indagación, permite en este aspecto un gran camino para recorrer en el sentido de promover la capacidad argumentativa del estudiante para que este sea protagonista de su aprendizaje".

La forma como se relacionan las comprobaciones experimentales con los modelos teóricos es un aspecto esencial de la construcción del conocimiento científico, del razonamiento científico, basado en una sólida forma de argumentar, en ese sentido la discusión en clase de los criterios por los cuales una hipótesis es preferible a otra, de las soluciones propuestas a un problema son parte de la adopción del alumnado de la cultura científica.

El razonamiento científico debe entenderse como un proceso de elección entre teorías que compiten como un proceso de inferencia, donde un papel fundamental lo cumple la argumentación y ésta requerirá de un diseño de prácticas o actividades estructuradas en torno a la resolución de problemas. Desde luego para generar procesos de argumentación se debe crear ambientes de aprendizaje en los que se demande al alumnado para que resuelva problemas, que compare las soluciones dadas, que justifique sus opciones.

Un problema importante en la clase de ciencias es la falta de comunicación, donde estu-

diantes y profesores asignan diferentes significados a una misma palabra. Debe superarse este tipo de obstáculos para tratar de asimilar mejor la argumentación científica y con Lemke llegar a identificar que, para dominar el campo de las ciencias se requiere dominar su forma especializada de utilizar el lenguaje, buscando las relaciones entre significados científicos y cómo es que, mientras los conceptos y las definiciones se enseñan explícitamente, no se enseña de la misma forma cómo hablar ciencias, cómo utilizar este discurso especializado de las ciencias, cómo argumentar o escribir desde las ciencias. Para aprender este discurso igual que ocurre con otros lenguajes, es necesario practicarlo.

Aprender no es hacer fotocopias mentales al mundo, ni enseñar es enviar un fax a la mente del alumno para que este emita una copia, que el día del examen el profesor compara con el original. El conocimiento no es nunca una copia de la realidad que representa. Se podría caracterizar la nueva cultura del aprendizaje por tres rasgos esenciales: Estamos ante la sociedad de la información, del conocimiento múltiple y del aprendizaje continuo⁴.

En la sociedad de la información la institución educativa ya no es la fuente primera y a veces principal de conocimiento para los alumnos. Estos son acosados, invadidos por distintas fuentes, que llegan a producir una saturación informativa, ante cualquier tema los alumnos ya tienen información precedente (presaberes) tomados del cine, la TV., la Internet, pero en ocasiones esa información es fragmentaria y a veces deformada. Lo que requieren los alumnos de la educación científica no es tanto más información, sino, ante todo, capacidades para buscar, seleccionar e interpretar la información. Como consecuencia en parte de esa multiplicación informativa, pero también de cambios culturales más profundos, vivimos en una sociedad de conocimiento múlti-

3 Jiménez A., María del Pilar. *Diseño curricular*. Murcia, Universidad Santiago de Compostela, 1997.

4 Pozo, Juan Ignacio y Gómez Miguel. *Aprender y Enseñar Ciencia*. Madrid, Morata, 1998.



ple y descentrado. Por lo tanto hay que aprender a convivir con la diversidad de perspectivas, con la relatividad de las teorías, con la existencia de interpretaciones múltiples de toda información y aprender a construir el propio juicio o punto de vista a partir de ellos, y que van a tener que seguir aprendiendo después de la educación de pregrado ya que asistimos también a la sociedad del aprendizaje continuo.

La eficacia de la educación científica deberá medirse por lo que logremos que los alumnos aprendan realmente, y para ello es necesario que las metas, los contenidos y los métodos de la enseñanza de la ciencia tengan en cuenta no sólo el saber disciplinar que debe enseñarse, sino también las características de los alumnos a los que esa enseñanza va dirigida y las demandas sociales y educativas para las que esa enseñanza tiene lugar. En palabras de Jiménez Alexandre y Sanmarti⁵ (1997), son cinco los fines de la educación:

- El aprendizaje de conceptos y la construcción de modelos
- El desarrollo de destrezas cognitivas y del razonamiento científico.
- El desarrollo de destrezas experimentales y de resolución de problemas
- El desarrollo de actitudes y valores.
- La construcción de una imagen de ciencia.

La finalidad de promover "una imagen de ciencia" debe desarrollarse a través de todos los contenidos mencionados, verbales, procedimentales y actitudinales, ayudando a los alumnos no solo a identificar los rasgos del conocimiento científico sino a diferenciarlo y a valorarlo en comparación con otros tipos de discurso y conocimiento social. Construir una imagen de la ciencia requiere no solo conocer los hechos, conceptos y principios que caracterizan la ciencia, o la forma en que el discurso científico analiza la realidad, la estudia, la interroga, sino también adoptar una determinada actitud en ese acercamiento y adoptar ciertos valores en su análisis.

5 Ibid. Pág 63

Algo que sí hacen los profesores frente a los alumnos es el darle a su discurso una presentación a veces inabordable para este último y así terminamos provocando displicencia, apatía, desganado. Por eso si tenemos confianza en que la mayoría de los alumnos pueden llegar a ser ciudadanos letrados científicamente capaces de hacer juicios informados acerca de los resultados de políticas para las cuales los resultados de la ciencia son relevantes necesitamos aprender cómo enseñar en contra de la mítica ciencia.

Para avanzar en ese sentido habría que identificar la forma en que se habla de ciencia ya que el lenguaje en el aula establece una oposición penetrante y falsa entre un mundo de hechos científicos objetivos, autoritarios, impersonales y el mundo ordinario y personal de incertidumbres humanas, juicios y valores, y para ello, se requiere eliminar todos aquellos prejuicios que alienan a muchos de los alumnos, haciendo más difícil que los profesores se comuniquen efectivamente con ellos.

Si los profesores reconocen que la ciencia es una actividad muy humana y que deben procurar es su desmitificación, mucho se haría en bien del estudiante, pues seguir enseñando a los alumnos, frecuentemente que la ciencia se opone al sentido común, que es una verdad especial, disponible solo para expertos, que es incomprendible para el hombre común, es un contrasentido. No puede seguir considerándose que los "científicos" son una casta especial, con conocimiento y habilidades especiales e intelectuales excepcionales, que no tienen ni nunca tendrán los alumnos promedio. La ciencia no es difícil, no podemos continuar produciendo en los estudiantes que estos no la pueden dominar, y que es por sus propias limitaciones que no la asumen, es decir, que no son lo suficientemente inteligentes para ser científicos.

Resulta claro entonces que la autoridad de la ciencia deriva, de "la evidencia y el argumento lógico"⁶. Más que de las relaciones de poder

6 Lemke, Juan. *Aprender a hablar ciencia*. Méjico, Paidós, 1997.



entre grupos de personas en una sociedad. Aquí encontramos un presupuesto interesante para la necesidad de argumentación como un proceso cognitivo de orden superior que hay que entrar a ejercitar o desarrollar en los estudiantes de Ingeniería.

Es necesario reflexionar y más aún cambiar la forma de enseñar, ya que la base fundamental del cambio social que se espera no está dado exclusivamente en que las cosas bueramente van a cambiar, sino, cuando las personas deciden hacer las cosas de modo diferente, conllevando a una serie de modificaciones a veces impredecibles.

La didáctica aporta una manera de mirar la disciplina desde la perspectiva de hacerla enseñable a determinadas personas, contribuyendo no solo a entender la ciencia sino su proceso dialéctico de construcción.

En este sentido la búsqueda de aprendizajes significativos en ingeniería conviene que

sean explorados en su naturaleza conceptual, su estructura lógica, para que cualquier intervención pedagógica que se quiera hacer reconozca la estructura propia de esta ciencia.

Para lograr lo anterior se viene dando un avance en cuanto al objeto de estudio de esta ingeniería para que se indague sobre su historia, su forma de generar conocimiento y sus formas de interacción entre lo científico, lo técnico y lo social.

En la facultad de ingeniería enseñar una ciencia debe ser estructurar en cada estudiante un modo de ser y estar en el mundo, donde va a ser formado en un intelecto que le permita proceder profesionalmente de manera reflexiva y nunca de manera refleja.



Bibliografía

- Borrero, Alfonso. La Educación en lo superior y para lo superior. Cali, ICFES, 2001.
- Cañón, Julio César. La ingeniería y el compromiso permanente con el desarrollo. Bogotá, Documento C.N.A, 2001.
- Gallego B., Rómulo. Discurso constructivista sobre las tecnologías. Bogotá, Magisterio, 1998.
- Gomez B., Hernando. El desarrollo cualitativo de la Educación Superior. Bogotá, 1970.
- Gutiérrez, Martha et al. Módulo IX. Tendencias Pedagógicas Contemporáneas. Manizales, Universidad de Manizales, 2002.
- Jiménez A, María del Pilar. Diseño curricular. Murcia, Universidad Santiago Compostela, 1997.
- Ministerio de Educación Nacional. Reflexiones sobre el decreto 272/98. Santa Fé Bogotá, 1999.
- Monsalve, Alfonso. Teoría de la Argumentación. Medellín, Universidad de Antioquia, 1992.
- Morin, E. Pensamiento complejo. París, UNESCO, 1998.
- Pozo M., Juan Ignacio y Gómez C., Miguel A. Aprender y enseñar ciencia. Madrid, Morata, 1998.
- Proyecto Institucional. Facultad de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones. Universidad de Manizales, 1999.
- Toulmin, S. La comprensión humana. New York, Cambridge, 1958.
- Vigostky, L. El desarrollo de los procesos psicológicos Superiores. Barcelona, Crítica, 1989.
- Weston, Anthony. La clave de la argumentación. Barcelona, Paidós, 1997.