



**Innovation in research and engineering education:
key factors for global competitiveness**

*Innovación en investigación y educación en ingeniería:
factores claves para la competitividad global*

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE PENSAMIENTO COMPLEJO EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS CREATIVOS E INNOVADORES: APOYADO EN LA PROPUESTA DE VILLARINI

Ramón Torres Ortega, Candelaria Tejada Tovar, Ángel Villabona Ortiz

**Universidad de Cartagena
Cartagena, Colombia**

Resumen

Existe lo que podríamos llamar una pedagogía latinoamericana. Entre los elementos que definen esta pedagogía están: la educación como instrumento de liberación política y social, la formación integral del ser humano como meta y contribución de la escuela a dicha liberación y el desarrollo de la razón, o el pensamiento, como tarea central de la universidad que busca promover el desarrollo humano y la liberación. Según Villarini, el pensamiento es la capacidad o competencia para procesar información y construir conocimiento, combinando representaciones, operaciones y actitudes mentales en forma automática, sistemática, creativa o crítica para producir creencias y conocimientos, plantear problemas y buscar soluciones, tomar decisiones y comunicarse e interactuar con otros, y, establecer metas y medios para su logro. Considerando que el currículo tiene que partir de las experiencias y de los conocimientos que ya posee el estudiante para irse moviendo en la dirección de las experiencias y los conocimientos contenidos en las materias académicas. El conocimiento que aporta la universidad a través de las diversas asignaturas o disciplinas debe pensarse en relación con la necesidad que tiene el estudiante de comprender, dominar, planificar, criticar y transformar la realidad y con ello desarrollarse a sí mismo, entonces la tarea del docente es traer o provocar situaciones o problemas pertinentes, en general o en relación al tema que va a enseñar, para que el estudiante a través del diálogo salga de la rutina del pensamiento automático y se eleve al pensamiento sistemático y crítico. En el presente trabajo se abordan las temáticas de los elementos constitutivos, estructura y niveles del pensamiento crítico, considerando que cuando hay aprendizaje auténtico, el estudiante está involucrado en una actividad de estudio que es de carácter: significativo, activo, reflexivo, colaborativo y empoderador y se proponen estrategias enfocadas al desarrollo de competencias para el desarrollo del pensamiento complejo en estudiantes de ingeniería que favorecen su capacidad para inferir, analizar, argumentar, evaluar y tomar decisiones para la solución de problemas.

Palabras clave: pensamiento complejo; creatividad; aprendizaje auténtico

Abstract

There is what we might call a Latin American pedagogy. Among the elements that define this pedagogy are: education as instrument of political and social liberation, the integral formation of the human being as a goal and contribution of the school to the liberation and development of reason, or thought, as a central task of the University that seeks to promote human development and liberation. Villarini, thinking is the capacity or competence to process information and building knowledge, combining representations, operations and mental attitudes shaped automatic, systematic, creative or critical to produce beliefs and knowledge, pose problems and seek solutions, make decisions and communicate and interact with others, and, set goals and means for its achievement. Considering that the curriculum has to start from the experiences and knowledge that already has the student to leave moving in the direction of the experiences and the knowledge contained in academic subjects. Knowledge provided by the University through the different subjects or disciplines should be considered regarding the need that has the student understand, master plan, criticize and transform reality and thereby develop itself, then the task of the teacher is to bring or cause situations or issues, in general or in relation to the subject that will teach, so the student through the dialogue out of the routine of automatic thought and to rise to systematic and critical thinking. In the present work dealt with the themes of the constituent elements, structure and levels of critical thinking, whereas when there is authentic learning, the student is involved in an activity of study which is unavailable: significant, active, reflective, collaborative and empowering and proposed strategies focused on the development of skills for the development of complex thought in engineering students that favor their ability to inferanalyze, argue, assess and take decisions for the solution of problems.

Keywords: complex thinking; creativity, learning authentic

1. Introducción

Existe lo que Podríamos llamar una pedagogía latinoamericana. Entre los elementos que definen esta pedagogía están: la educación como instrumento de liberación política y social, la formación integral del ser humano como meta y contribución de la escuela a dicha liberación y el desarrollo de la razón, o el pensamiento, como tarea central de la universidad que busca promover el desarrollo humano y la liberación. Según villarini, el pensamiento es la capacidad o competencia para procesar información y construir conocimiento, combinando representaciones, operaciones y actitudes mentales en forma automática, sistemática, creativa o crítica para producir creencias y conocimientos, plantear problemas y buscar soluciones, tomar decisiones y comunicarse e interactuar con otros, y, establecer metas y medios para su logro. (Villarini, 2003)

Sabemos que un estudiante está haciendo uso y desarrollando su capacidad de pensamiento por el poder que muestra al producir conocimientos, solucionar problemas, tomar decisiones y comunicarse en forma significativa. Sabemos que en un salón de clases se está estimulando el desarrollo del pensamiento cuando el maestro(a) le plantea al estudiante - y lo guía en su realización -tareas de construir conocimiento, solucionar problemas, tomar decisiones y comunicarse significativamente. Ayudar al estudiante a ejercitarse y desarrollar esta capacidad intelectual es el objetivo educativo primordial de la enseñanza orientada al desarrollo del pensamiento.

Considerando que el currículo tiene que partir de las experiencias y de los conocimientos que ya posee el estudiante para irse moviendo en la dirección de las experiencias y los conocimientos contenidos en las

materias académicas. El conocimiento que aporta la universidad a través de las diversas asignaturas o disciplinas debe pensarse en relación con la necesidad que tiene el estudiante de comprender, dominar, planificar, criticar y transformar la realidad y con ello desarrollarse a sí mismo, entonces la tarea del docente es traer o provocar situaciones o problemas pertinentes, en general o en relación al tema que va a enseñar, para que el estudiante a través del dialogo salga de la rutina del pensamiento automático y se eleve al pensamiento sistemático y crítico.

2. Marco conceptual

2.1 Aprendizaje auténtico

El desarrollo del pensamiento que aspiramos a promover es un proceso que el estudiante tiene que asumir y dirigir a partir de su potencial. La base para ello es la actividad de estudio y el proceso de aprendizaje que ello implica (Talízina, 1988).

El aprendizaje auténtico supone que el estudiante es agente activo, es decir que tiene la intención de aprender y desarrollarse; se comporta de modo que conduce a la producción del evento que llamamos aprender. El estudiante tiene el aprender como un fin, como una idea que quiere hacer real. El estudiar es, entonces, una acción que tiene valor intrínseco, un sentido final porque en su ejercicio, el estudiar, suscita su fin, el aprende. En la educación que llamamos formal el estudiante agente reconoce que su finalidad de aprender y desarrollarse requiere de la colaboración de otros y por ello está dispuesto a entrar en un pacto colaborativo, es decir a recibir los apoyos que necesita para el logro de sus fines. (Villarini, 1998)

Basado en los principios del enfoque constructivista, (Villarini, 1998) señala las siguientes características de lo que es el aprendizaje auténtico en el estudiante:

Significativo: relaciona el estudio con sus necesidades e intereses, establece propósitos y trabaja a un nivel apropiado para su desarrollo educativo y estilos de aprendizaje.

Activo: lleva a cabo acciones en situaciones reales o cuasi reales, desarrolla medios o maneja instrumentos y diseña o produce algo.

Reflexivo: ejercita sus destrezas de pensamiento, planifica y monitorea su proceso de estudio y aprendizaje y autoevalúa los resultados de su aprendizaje.

Colaborativo: desarrolla competencia social, da, recibe e incorpora retrocomunicación, así como coordina sus metas y acciones con las de los otros.

Ponderador: desarrolla competencias o habilidades, Supera la pasividad frente a la realidad y Transforma o domina un aspecto de la realidad.

2.2 Diferentes propuestas sobre destrezas básicas de pensamiento

A continuación se presenta el concepto de destrezas básicas de pensamiento propuesta por Angel Villarini y se contrasta con lo propuesto por Margarita De Sánchez y Priestley quienes son proponentes de la corriente de desarrollo del pensamiento crítico:

(Villarini, 1991) propone once procesos genéricos de pensamiento que van desde observar y recordar hasta llegar a la toma de dediciones para lograr un objetivo que consiste en dar solución a un problema. Estos procesos son: comparar y contrastar, ordenar, formar clases, clasificar, inferir, razonar lógicamente y evaluar para solucionar problemas.

Para (De Sánchez, 1992) las destrezas básicas de pensamiento implican siete grandes procesos, de tal manera que para llegar al proceso final de síntesis como manifestación de una elaboración mental, se requiere agotar en forma consciente unas destrezas que van desde la observación y descripción, pasando por la identificación de características, estableciendo diferencias y semejanzas, comparando y relacionando, hasta lograr hacer clasificación, análisis y síntesis. Estas etapas no se agotan en forma lineal sino que pueden coincidir simultáneamente en un punto dado.

(Priestley, 1996) propone dieciséis habilidades de pensamiento que se inician con la percepción y terminan con la organización de la información en la elaboración de un resumen. Estas habilidades son: observar, discriminar, nombrar-identificar, emparejar, identificar detalles, recordar, secuenciar, inferir, comparar, categorizar- clasificar, describir-explicar, causa-efecto, predecir-estimar y analizar. Priestley es más minucioso en la descripción de las habilidades de pensamiento, agrupándolas en habilidades de procesamiento de la información literal, grupo formado por las habilidades descritas hasta antes de llegar a hacer inferencias y de aquí en adelante las agrupa en habilidades del nivel inferencial.

2.1.1 Semejanzas entre las tres propuestas

Los tres autores trabajan de una u otra forma las habilidades básicas de pensamiento, las cuales son el fundamento para el desarrollo del pensamiento crítico.

Los tres autores son constructivistas cognitivos puesto que conciben un ser humano creador, capaz de elaborar su conocimiento mediante procesos, donde tiene que recurrir a las habilidades de pensamiento como herramientas para elaborar un constructo mental que materializa ya sea en la elaboración de un resumen, una síntesis, o una propuesta para solucionar un problema.

Los tres autores consideran el desarrollo del pensamiento crítico como fruto del cumplimiento de unos procesos, que si bien pueden darse uno a uno o en conjunto, son requisito indispensable para generar pensamiento crítico.

Independientemente de la percepción, dado que sin percepción no habría cognición, los tres autores muestran que la observación no es solo visual y se constituye en un primer gran paso para los demás procesos de pensamiento a desarrollar. Si una observación es equivocada, no habrá un buen resumen, ni síntesis ni solución de problemas adecuadamente.

2.1.2 Diferencias de las tres propuestas

Los tres autores no están de acuerdo en lo que es destrezas básicas de pensamiento, Villarini habla de Destrezas, Priestley habla de habilidades y Margarita de Sánchez, de procesos; se puede decir que hay una tendencia a considerar como destrezas básicas algunos procesos genéricos sin embargo, estas no son excluyentes, son matices que se generan de una sola habilidad: la observación.

Priestley a diferencia de los otros dos autores, presenta las habilidades de pensamiento en forma lineal y sistemática, éste plantea que una habilidad no se puede dar sin que antes se dé la anterior, los otros dos no son taxativos en este aspecto.

Los tres autores se diferencian en el resultado final que evidencia el desarrollo de las destrezas básicas de pensamiento; para Villarini es la toma de decisiones para solucionar un problema, en Priestley es la elaboración de un resumen y para Margarita de Sánchez la elaboración de una síntesis, proceso mucho más

riguroso que exige una capacidad de comprensión mayor que para la elaboración de un resumen; es decir Resumen y síntesis no es lo mismo, vale la aclaración pues esto se tiende a generalizar.

Priestley es más minucioso en la descripción de las habilidades de pensamiento y al igual que villarini le da un lugar destacado a la capacidad para inferir, lo que no se hace explícito en la propuesta de Margarita de Sánchez.

En la propuesta de Villarini, a diferencia de Prestley y Margarita de Sánchez se le da especial realce al aprehendizaje significativo cuando éste habla de solución de problemas como producto final del proceso entendiendo que hay aprendizaje significativo cuando el conocimiento es transferible a otros contextos o escenarios.

La connotación que los tres autores le dan a la observación, es diferente, para Prestley; observar lo relaciona con el estudio de algo con atención, cualesquiera que sean los sentidos que en ello se empleen, es decir lo limita a algo netamente sensorial. Margarita de Sánchez relaciona la observación con la descripción a un mismo nivel y Villarini hace referencia a la observación junto con la habilidad de recordar; el hecho de recordar implica el uso de unas concepciones previas que pueden ser modificables (mejorables) por nuevas experiencias.

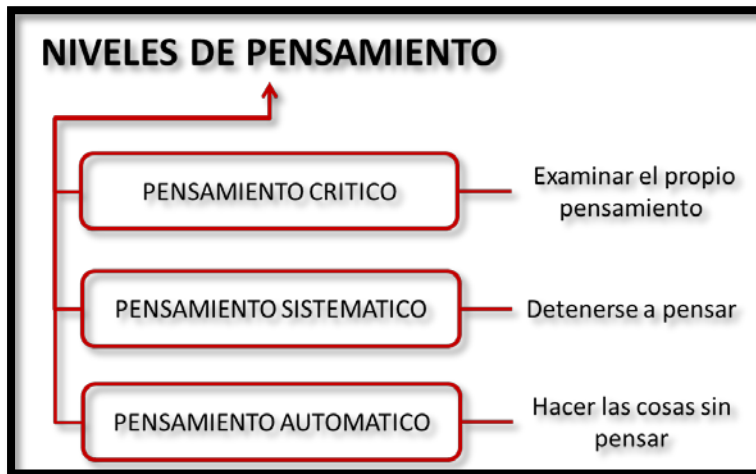
2.2 Elementos estructura y niveles del pensamiento

(Villarini, 2003) La organización del sistema de pensamiento comprende tres subsistemas íntimamente relacionados, cuyo carácter específico está determinado por los procesos adaptativos y de apropiación histórico-cultural:

- sistema de representaciones o codificación; se trata de patrones mentales en términos de los cuales se organizan los estímulos o la información de modo que ésta se torna significativa. Las imágenes, las nociones, los libretos, los esquemas, los conceptos, etc. son ejemplos de estos patrones o formas de representación.
- sistema de operaciones; se trata de procedimientos mentales que se llevan a cabo sobre la información para organizarla o reorganizarla. Las destrezas intelectuales, las estrategias y tácticas de pensamiento, las heurísticas, los algoritmos y los métodos, etc. son ejemplos de tipos de procedimiento.
- sistema de actitudes; se trata de disposiciones afectivas que proporcionan finalidad y energía a la actividad del pensamiento. Las emociones, los intereses, los sentimientos, los valores, etc. son ejemplos de tipos de actitud.

En la figura 1 se puede inferir que los decentes debemos estimular los niveles de pensamiento sistemático y crítico, que es cuando el estudiante se detiene a pensar y a examinar su propio pensamiento respectivamente y evitar a toda costa que los estudiantes se muevan o mantengan en el nivel de pensamiento automático.

Figura 1. Niveles de pensamiento



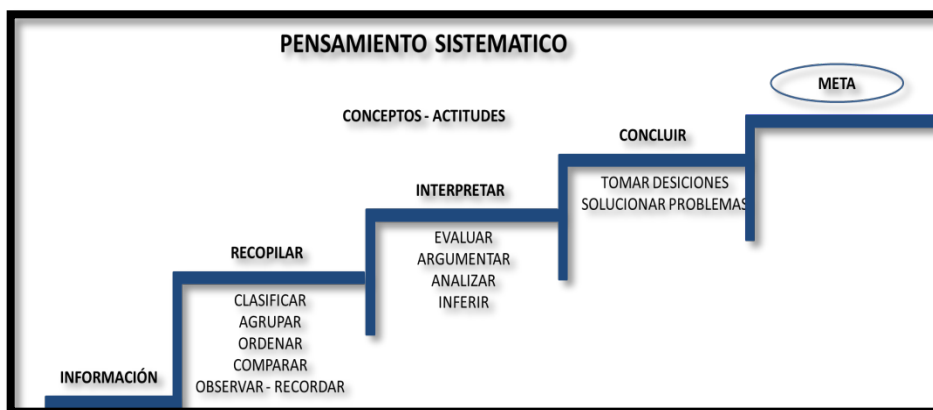
Adaptado de (Villarini, 2003)

3. Competencias para el desarrollo del pensamiento complejo

El pensamiento reflexivo conlleva al pensamiento complejo y consiste en el empleo deliberado y sistemático de nuestros recursos mentales a la luz del propósito o meta de entender, explicar, manejar, decidir o crear algo. Es el pensamiento orientado a la solución de problemas y la toma de decisiones eficaces y efectivas, es el pensamiento instrumental por excelencia.

En el modelo de Villarini del pensamiento sistemático, se reconocen doce operaciones o destrezas generales que estarían en la base de todo procesamiento de información y construcción de conocimiento. El fomento del desarrollo del pensamiento implica conocer el procedimiento que caracteriza a cada destreza y ayudar al estudiante a desarrollar la facilidad para ejecutarlo en forma efectiva. (Villarini, 2003)

Figura 2. Destrezas de pensamiento para la construcción de conocimiento



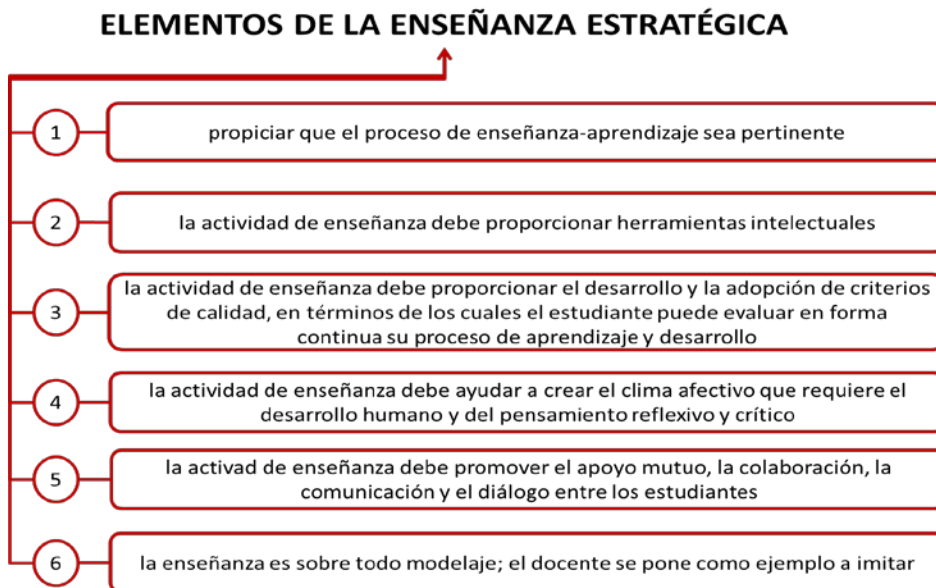
Adaptado de Adaptado de (Villarini, 2003)

El desarrollo de competencias en el estudiantes para adquirir pensamiento complejo, dependerá de las estrategias utilizados por el docente que favorecen la capacidad del estudiante para inferir, analizar, argumentar, evaluar y tomar decisiones para la solución de problemas; entonces estamos hablando de la necesidad de utilizar una enseñanza estratégica enfocado al desarrollo de habilidades superiores de pensamiento.

4. Enseñanza estratégica

En términos generales, la actividad de enseñanza implica que el docente actúa como un mediatizador entre la experiencia, necesidades, intereses y capacidades que trae el estudiante al proceso de aprendizaje y la experiencia que está contenida en los conceptos, procesos y valores, es decir cultura, de las materias académicas. La enseñanza es precisamente esta actividad de mediatización la cual comprende seis dimensiones (Villarini, 2003), las cuales se muestran en la figura 3.

Figura 3 Elementos de la enseñanza estratégica



5. Síntesis de experiencia en el aula en la asignatura Metodología de la Investigación

En el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura metodología de la Investigación se promueve el aprendizaje auténtico, donde el estudiante se involucra en una actividad de estudio a través de proyectos y este se caracteriza por ser de carácter significativo, activo, reflexivo, colaborativo y empoderador, donde se utilizan estrategias enfocadas al desarrollo de competencias que estimulen el pensamiento complejo en los estudiantes las cuales favorecen por tanto su capacidad para inferir, analizar, argumentar, evaluar y tomar decisiones para la solución de problemas, esto los induce a desarrollar su creatividad y pensamiento innovador. En la tabla 1 se muestran los rasgos más importantes de la estrategia en el aula.

Tabla 1 Elementos relevantes de la estrategia en el aula

Evidencias de aprendizaje autentico					
Características	Significativo	Activo	Reflexivo	colaborativo	Empoderador
Actividad en el aula	El estudiante relaciona su aprendizaje con sus necesidades seleccionando un tema de su interés asociado a un semillero de investigación	Construye una propuesta de investigación bajo la tutoría de un docente líder de la línea de investigación	Planifica y monitorea su aprendizaje y evalúa sus propios resultados cuando contrasta los logros alcanzados frente a la meta propuesta por su tutor	Las propuestas de investigación son realizadas por equipos de trabajos conformados por dos o tres estudiantes se retroalimentan mutuamente, según las recomendaciones del tutor delinea y el docente	Se apropia de su propuesta de investigación y relaciona los hallazgos teóricos constantemente con su interpretación del problema a resolver y responde permanente mente por la calidad de su trabajo
Evidencias de pensamiento sistemático y creativo					
Característica	Recopilar	Interpretar	Argumentar	Concluir	Proponer
Actividad en el aula	Busca artículos científicos en bases de datos y los organiza construyendo categorías	Revisa artículos científicos, analiza, redacta síntesis originales con las ideas principales y los resultados más relevantes.	Producto del análisis de cada artículo revisado el estudiante presenta sus propias argumentaciones mediante textos originales	Contrasta los principales resultados obtenidos producto de su revisión con los objetivos propuestos al formular su proyecto y redacta en consecuencia sus conclusiones.	Conforme a los principales hallazgos, los contrasta con la problemática identificada previamente y propone posibles soluciones, las cuales en la gran mayoría de los casos culminan en experimentación en campo o en el laboratorio

6. Conclusiones

La actividad moderna de enseñanza con la tendencia hacia el pensamiento complejo para la formación de futuros profesionales creativos e innovadores, implica que el docente debe actuar como un mediatizador, es decir indagar y potencializar las necesidades, intereses y experiencias que traen los estudiantes propios de su interacción social y cultural.

El docente debe incluir el abordaje y análisis de problemas pertinentes y reales relacionados con el tema a tratar, de tal forma que motive al estudiante a movilizarse del los niveles de pensamiento automático hacia el sistemático y crítico.

El propósito de todo docente debe ser trabajar el desarrollo de destrezas de pensamiento sistemático y las dimensiones de pensamiento crítico, para que estas operen en el estudiante como estructuras mentales que soporten el aprendizaje autentico.

Lo más importante es que el docente tenga claro que lo importante no es la información que el estudiante procesa para convertirla en conocimiento, si no que ellos aprendan a pensar de por sí mismos y por tanto sean autónomos intelectualmente, es decir que el estudiante sea consciente de su propia autoevaluación de pensamiento, y por tanto a autocorregirse.

7. Referencias

- De sanchez M. (1992) Procesos básicos del pensamiento. Mexico. Trillas
- Priestley, M. (1996) técnicas y estrategias del pensamiento crítico, Mexico. Trillas
- Talízina, N. (1988). Psicología de la enseñanza. Moscú: Editorial Progreso.
- Villarini, A. (1991) manual para la enseñanza de destrezas del pensamiento, san Juan, Pell
- Villarini, A. (1998) teoría y pedagogía del Pensamiento sistemático y crítico. Universidad de Puerto Rico. Organización para el Fomento del Desarrollo del Pensamiento. Disponible en: <http://generales.uprrp.edu/pddpupr/docs/Teoria%20y%20pedagogia%20del%20pensamiento.PDF>
- Villarini, A. (2003). Teoría y pedagogía del pensamiento crítico. Perspect. psicol. v.3-4 Santo Domingo. Universidad de Puerto Rico

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)