

VÍNCULOS ENTRE LIBROS ELECTRÓNICOS DIDÁCTICOS, COMPLEJIDAD Y GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

Escalona de Castañeda, Luisa Mercedes¹
Torres, Ennodio

RESUMEN

El ejercicio investigativo muestra los vínculos encontrados entre tres elementos, el tecnológico, el estratégico y el organizativo. Dicha consideración aporta planteamientos para la integración de estrategias educativas; participación de los agentes internos y externos relacionados y elementos de gestión institucional indispensables para formar ingenieros. La vinculación se sustenta en los principios del pensamiento complejo, en los fundamentos de la gestión de la calidad total y en las características que brindan las tecnologías postmodernas, en particular la digital. Los resultados del mencionado ejercicio entregan, además de una definición propia de calidad del proceso de formación de ingenieros, un análisis que justifica la relación que tienen los tres pilares fundamentales de la investigación y una matriz de relación entre principios del pensamiento complejo y fundamentos de la gestión de la calidad total. La investigación propone la base para un sistema de gestión que mejore la calidad de la formación de los ingenieros, con renovación permanente de los procesos internos, producto de retroalimentación interna y externa.

Palabras claves: Libros electrónicos didácticos, pensamiento complejo, gestión de la calidad, formación, ingeniería.

LINKS BETWEEN LEARNING ELECTRONIC BOOKS, COMPLEXITY AND TOTAL QUALITY MANAGEMENT IN THE TRAINING OF ENGINEERS

ABSTRACT

The research exercise shows the links found between three elements, technological, strategic and organizational. This note provides approaches to the integration of educational strategies; involvement of internal and external stakeholders and related institutional management indispensable elements to form engineers. The link is based on the principles of complex thinking, the fundamentals of total quality management and the features offered by postmodern technologies, particularly the digital. This research delivers an original definition of quality in engineering education process, its characteristics and its relationship with the other two pillars of research: principles of complex thinking and foundations of thought total quality management. The research proposed the base for a management system to improve the quality of engineering education, with continuous renewal of internal processes like result of internal and external feedback.

Keywords: learning ebooks, complex thinking, quality management, education, engineering

¹ Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", UNEXPO. Vicerrectorado Barquisimeto
E.mail: lumita@gmail.com

1. Introducción

La posibilidad de adquirir conocimiento reflexivo del mundo y de las relaciones interpersonales configuradas de acuerdo a principios de integralidad, gradualidad, complementariedad, pluralismo y solidaridad es característica de la postmodernidad; conciencia que es producto del desarrollo de la inteligencia intrapersonal con base en criterios de proximidad, cooperación y confianza. Mientras transcurre la vida, entendida ésta como el lapso durante el cual se manifiestan estados de actividad de los seres orgánicos y también de los sistemas o procesos que adquieren las mismas características -pues durante ese lapso hay crecimiento, cambios, actualizaciones, ajustes- ocurren las relaciones interpersonales. Los procesos de enseñanza, de aprendizaje y de producción de Libros Electrónicos Didácticos (LED) en la formación de ingenieros son entes orgánicos con muchas posibilidades para reunirse en un sistema adaptativo complejo, que debe ser gestionado.

Usar las Tecnologías de Información y Comunicación, gestionar la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje y evaluar la calidad en la educación universitaria ocurren de modo separado. Esta afirmación se corresponde con el diagnóstico producido, al ser consultada amplia cantidad de bibliografía, por Escalona (2012). Dicho diagnóstico evidencia afirmaciones de que un 82% revela el “Uso de las TIC en los procesos de enseñanza y de aprendizaje en la formación universitaria de ingenieros”; un 10% asevera que hay “Gestión de la calidad con las TIC en los procesos de enseñanza y de aprendizaje en la formación universitaria de ingenieros” y un 8% expresa la conveniencia de evaluar la “Calidad en los procesos de enseñanza y de aprendizaje en la formación universitaria de ingenieros con las TIC”. Estos resultados justifican el objetivo de esta investigación que consiste en encontrar los cánones que hilan los principios del pensamiento complejo, al significado de libros electrónicos para la ingeniería y a la gestión de la calidad bajo la cual se organiza la formación de ingenieros como norte que rige la exposición de las próximas páginas. Para ello se desarrollan los objetivos con los cuales se logra identificar las características que demuestran la existencia de estructuras reticulares conformada por ideas, criterios, tareas, diferencias y coincidencias que emergieron durante la investigación y que constituyen el enlace o vínculos buscados. El resultado se construye al caracterizar el concepto de Libro Electrónico Didáctico para la ingeniería; al identificar las pautas de la gestión de la calidad de la formación universitaria en ingeniería y, finalmente, al encontrar los hilos que, bajo los principios del pensamiento complejo, unen las piezas.

2. Aspectos Metodológicos

Una investigación que utiliza como eje transversal la corriente del pensamiento complejo, se relaciona perfectamente con la denominada visión holística de la ciencia de Hurtado (2010), quien afirma que “...los procesos del conocimiento, se dan por una condición natural humana holista, es decir, integradora, condición ésta que contribuye

a apreciar los eventos en su mayor complejidad, en sus mayores posibilidades, y en las múltiples relaciones que presentan en su contexto” por lo que la comprensión holística exhorta a estudiar “los eventos en su complejidad, en su enteridad, en su integralidad y en su contexto”. Ello lleva a que la posición del investigador deba ser más comprensiva, abierta a diferentes teorías y perspectivas, evitando tendencias reduccionistas y fragmentarias relacionando el saber con la manera como se entiende un evento desde diversas perspectivas para tener así una visión completa, más compleja, ni absoluta ni definitiva, comprendiendo que el conocimiento es dinámico y evoluciona.

La holística propone varios tipos de investigación. El nivel de los objetivos desarrollados fue el integrativo porque al realizarse una exhaustiva tarea analítica como lo fue el examinar las características particulares de los elementos participantes, se producen los vínculos que confirman la hipótesis de la existencia de relaciones entre lo tecnológico, la gestión de la calidad total y la complejidad cuando se enfrenta la tarea de formar ingenieros. De allí que el método holopráxico de la investigación fue tratado en una investigación del tipo confirmatoria.

3. Aspectos Teóricos Conceptuales

La posibilidad de adquirir conocimiento reflexivo del mundo y de las relaciones interpersonales, configuradas de acuerdo a principios de integralidad, gradualidad, complementariedad, pluralismo y solidaridad, es una característica de la postmodernidad; dicha conciencia es producto del desarrollo de la inteligencia intrapersonal, con base en criterios de proximidad, cooperación y confianza. Las relaciones interpersonales ocurren mientras transcurre la vida o lapso en el cual se manifiestan estados de actividad de los seres orgánicos y de los sistemas o procesos que adquieren las mismas características porque hay crecimiento, cambios, actualizaciones, ajustes. Los procesos de enseñanza y aprendizaje y de producción de libros electrónicos didácticos, para formar con calidad ingenieros, son entes orgánicos con muchas posibilidades de ser reunidos en un sistema adaptativo complejo, que debe ser gestionado. Estas afirmaciones llevan a exponer los aspectos teóricos que sustentan esta investigación.

3.1 Libros Electrónicos Didácticos para la ingeniería

Los recursos digitales didácticos reciben diferentes denominaciones. De fuentes bibliográficas dedicadas a la educación superior se tiene la de Molina y Chirino (2010), recursos educativos son los productos, multimedios, diseñados por alumnos, profesores u obtenidos de la WEB, que contienen información destinada a reforzar la comprensión, a dar contexto al aprendizaje en el aula, a la autoevaluación de los aprendizajes, a presentar actividades que den significación al aprendizaje y que en general se integran a las estrategias didácticas de un curso presencial de educación superior. (p.4).

Otra definición es la de Pérez (2011), quien los denomina software didáctico e indica que son productos tecnológicos elaborados con el fin de modelar objetos “en un dispositivo de comunicación, formalizando su interacción interna y con el medio, mediante la lógica en que se arregla un conjunto de componentes”, cuya responsabilidad es mediar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, constituyéndose en “instrumento para los sujetos que participan en esta actividad centrada en la gestión axiológica del conocimiento” (p.2), por lo que facilita la construcción del conocimiento a partir del contenido didáctico sistematizado en los diferentes soportes mediáticos de datos, que se integran para desarrollar la comunicación, desde donde se propicia el desarrollo de habilidades, de hábitos y de conductas orientados a la formación de la capacidad transformadora humana profesionalizante.

El origen del concepto de libro electrónico ocurre cuando en el Proyecto Gutenberg (Página WEB activa a la fecha), desarrollado por Michael Hart en 1971 cuando trabaja en el Laboratorio de Investigación de Materiales en la Universidad de Illinois. Hart denominó “*Replicator Technology*”, a la premisa de este proyecto que se basaba en que cuanto se introduzca en una computadora puede replicarse indefinidamente; por lo que si un libro, o algún otro objeto, es almacenado en una computadora con texto, imágenes, sonidos e incluso objetos 3D, cualquier número de copias puede ser obtenido. La filosofía del Proyecto Gutenberg es hacer que la mayoría de las computadoras, los programas y la gente dispongan de información, libros y otros materiales para el público en general.

Al recurso didáctico digital sobre el cual se trabaja en esta investigación se le ha denominado Libro Electrónico Didáctico (LED). Se le califica de Electrónico porque le imprime, intuitiva y naturalmente, características de digital. Distinguirlo con el término Didáctico es asociarlo al “Arte de enseñar” (Definición 4. f., RAE) y al del aprendizaje, pues no puede haber enseñanza disociada de éste, y, ambos, ejercidos de modo efectivo, eficiente y pertinente son constituyentes de un arte planificado, gestionado, con objetivos claros, evaluables, útiles, atinentes. Y, designarlo como Libro alude a la conjunción de elementos, denominados hojas de papel, que forman un volumen. En la postmodernidad, con los avances tecnológicos y su profusión en los ambientes académicos, sociales, literarios, científicos un libro está constituido por elementos relacionados, entrelazados e hipervinculados entre sí y residentes, ya no en papel como ocurría en la modernidad, sino en código binario.

Parra y Narváez (2010) afirmaron “Los aprendizajes en la ingeniería implican tipos de contenidos distintos relacionados con competencias interpretativas, argumentativas y propositivas” y los enfoques pedagógicos se orientan a resolver problemas en contextos concretos, haciendo énfasis en la solución de problemas complejos con convergencia de variables. Esto conduce a aseverar que los LED en ingeniería deben contener elementos que potencien la construcción de conocimientos y la destreza de usarlos; la vinculación de los elementos teóricos con los prácticos y actualización tecnológica vigente. Deben poseer las potencialidades para ser usados

como conductores, orientadores, facilitadores y asesores de estudio; como transmisores, procesadores y constructores del conocimiento; como elementos de estímulo de la práctica; contribuir con la evaluación, la retroalimentación, la coevaluación y la autoevaluación del aprendizaje de los estudiantes; usar recursos interactivos y multimedia adaptados al tratamiento pedagógico de los saberes necesarios para la formación del ingeniero y de las características personales (actitudes, aptitudes, valores), intelectuales (conocimientos, habilidades, destrezas) y laborales (funciones, actividades, tareas) del aprendiz a ingeniero. Deben contar con la participación de docentes especialistas en contenidos programáticos y metodologías de enseñanza; con la de los estudiantes a quienes se les consideren sus criterios relativos a la dificultad o facilidad de aprender determinados tópicos y del cómo aprenderlos y aprehenderlos del mejor modo. Deben disponer del aporte sabio y experto de ingenieros y de profesionales relacionados con las áreas de aplicación de los conocimientos de la ingeniería; además de, por supuesto, especialistas en tecnología digital y diseño gráfico que sepan trabajar con lenguajes de programación adecuados a tales requerimientos.

3.2 Principios del pensamiento complejo en la ingeniería

La formación en ingeniería se concibe como un sistema de gestión, que considera, adopta, adapta y procesa la enseñanza y el aprendizaje con las relaciones, interconexiones o interacciones ordenadas entre los objetos, componentes o partes de ese sistema. Tiene características de organismo vivo, emerge de un proceso vital; producido por la disyunción inclusiva de la conjunción de subsistemas interdependientes, dos a dos, que se constituyen en uno que lo produce. Cuando todas estas características se consolidan, para obtener la formación esperada, se evidencia el cumplimiento del principio *sistémico*.

Para el sistema de formación en ingeniería, se aplica el principio de *retroalimentación* mediante operaciones ejecutadas en un ciclo de la forma insumo-producto-resultado-insumo, en el cual el resultado puede retroactuar como insumo para reiniciar el proceso con el propósito de reducir o ampliar la generación de productos programados y el alcance de resultados esperados. Los docentes, actualizados y evaluados, realizarán permanente revisión del insumo, representado en los objetivos académicos, contenidos programáticos y planes de estudio, y construyen con el ingeniero formado, como producto, conocimiento actualizado, pertinente, vigente y, como resultado, mejora en la calidad de la formación en ingeniería que, en un proceso de retroalimentación auto-equilibradora, auto-reforzadora o la combinación de ambas, se erige como el insumo de la siguiente etapa.

Si la universidad logra la auto-producción en la formación de ingenieros y la auto-organización de los componentes que la constituyen operando lejos del equilibrio, desarrollará su autonomía normativa (norma organizativa) y su apertura estructural mediante una alimentación de información y de energía proveniente de su

entorno de inter-retro-acción constituido por el ente rector del sector universitario nacional, universidades e institutos de educación superior oficiales y privados, organizaciones científicas, tecnológicas y humanísticas, empresas tanto del sector privado como del Estado, su comunidad universitaria y sus unidades académicas y administrativas. Siendo así, este sistema se soporta en el principio de *autonomía/dependencia*.

El principio de *recursividad* se cumple cuando se establece una organización circular en forma de red, que satisface tres exigencias: (1) cada nodo es producto de procesos desarrollados entre nodos; (2) cada nodo es productor de otros nodos y de sus continuas transformaciones; y (3) las dinámicas del cambio situacional (1) y (2) se realizan de un modo que se mantiene invariante la circularidad global de la red de redes de producción. Además, la característica principal del sistema educativo debe ser la creación de nuevas estructuras organizativas, con grados de complejidad cada vez mayores, en sus procesos de desarrollo, aprendizaje y evolución. En consecuencia, las herramientas digitales diseñadas para armonizar medios tecnológicos y pedagógicos serán el producto de proyectos estratégicos ejecutado por docentes y una vez usados en sus labores pedagógicas, y de acuerdo a la forma en que hayan colaborado con la tarea de formar profesionales, serán objeto de actualizaciones sugeridas por sus autores, docentes también actualizados, y sus principales usuarios, los estudiantes.

El principio *sujeto/objeto* ocurre cuando la Metodología Didáctico Pedagógica (Senlle, op. cit.) asuma como sujeto al colectivo formado por docentes y estudiantes y como objeto a los LED, pues se establece una relación indisoluble evidenciada en el conocimiento que deben compartir, en la necesidad de que el sujeto emerja gracias al conocimiento construido y que, ciertas características del sujeto pensante, sean incorporadas al objeto. El objeto será eficaz si logra que su contenido se haga parte de la estructura cognoscitiva del sujeto alumno, quien aprende con tales medios tecnológicos y si el sujeto docente, construye conocimiento con los estudiantes, logrando el cambio conceptual que emerge del objeto.

Los contenidos que exhibe una herramienta digital didáctica, referidos a los objetivos que debe lograr el alumno mediante las unidades curriculares constituyentes del plan de estudio respectivo, aportan un nivel intelectual y práctico particular que le hará reproducir, construir, reconstruir e innovar la realidad. Cada una de esas particularidades deberá, al ser efectivamente internalizadas y puestas en práctica, reflejarse en una nueva forma de razonamiento mediante inducción, deducción, sensación, introspección e intuición. Si lo descrito ocurre, el fin que persigue el principio *holográfico* es satisfecho.

La formación del ingeniero debe responder a las preguntas que se haga de su realidad y de la del entorno; debe proporcionarle la posibilidad de entender la existencia de incertidumbre en problemas por solucionar o solucionados sin la eficacia o eficiencia requeridas. El estudiante debe aceptar y comprender la existencia de

inexactitudes, de probabilidades, del azar y la necesidad y procurar que sus capacidades intelectuales le faciliten dudar de ella, explicarla y enfrentar diversos niveles de incertidumbre con el diseño de los respectivos planes de acción. Los LED deben evidenciar elementos del principio de *incertidumbre* y hacer que el estudiante considere estrategias, practique técnicas y metodologías que lo acostumbren a considerarlas.

El conocimiento y la acción, propios de un profesional de la ingeniería, deben estar sujetos y ser producto de relaciones metodológicas que provienen de la formación que ostenta. Los LED tienen que considerar y asumir, en el presente y con creatividad, los procesos de los futuros probable, posible y deseable de una sociedad compleja. Utilizados para colaborar con la formación del estudiante, deben incluir los principios universales que rigen la profesión de la ingeniería; deben contener, hacer, entender y mostrar la aplicación de los progresos relativos a la comprensión y la adaptación postmodernos. El sistema educativo debe conocer, desarrollar o elegir, evaluar, asumir, usar y actualizar criterios de aprovechamiento de las herramientas tecnológicas postmodernas para coadyuvar el desarrollo de competencias personales, intelectuales y laborales del futuro profesional de la ingeniería. Fundamentos estos del principio de *estrategia situacional*.

El principio *caórdico* aplicado a un sistema de formación en ingeniería, trata sobre la emergencia de nuevos patrones organizativos que describen el comportamiento de sus estudiantes a lo largo de su proceso formativo. En tal sentido, se postula el proceso de bifurcación de un patrón organizativo a otro, mediante la ejecución de retroalimentaciones con suficiente ruido informacional como para garantizar la creación de posibilidades a la emergencia de un nuevo sistema de formación. Según este principio, un estado de equilibrio puede ser una condición deseable en ciertas escalas pequeñas y en algunos intervalos temporales breves, pero en intervalos largos de tiempo y en escalas muy grandes, el equilibrio sitúa al sistema en un nivel máximo de riesgo, al hacerse menos sensible a los cambios que se producen en su entorno, por lo que el equilibrio es un precursor de la muerte del sistema. Siendo así, es necesario generar una bifurcación que facilite la transición del patrón organizativo que había atraído al sistema hacia tal estado de equilibrio, a otro patrón organizativo que produzca una atracción del sistema hacia el borde del caos, entendido éste como la condición previa para que se produzca la transformación del sistema.

3.3 Gestión de la calidad en la formación de ingenieros

Formar ingenieros con calidad con el apoyo de los LED, requiere considerar y aplicar criterios vigentes, actualizables, dinámicos y normados.

Se han encontrado evidencias de la conveniencia de aplicar gestión de la calidad en la educación universitaria o en los procesos de enseñanza y aprendizaje en ingeniería, bajo cualquier metodología y modalidad de educación, usando las TIC.

Baelo y Cantón (2009); Bermúdez et al. (2009); Fernández et al. (2009); Castillo et al. (2010); Contreras et al. (2010); Rayón y Muñoz (2011).

Del control de la calidad, cuando prevalece el enfoque técnico, se progresa a la gestión de la calidad, partir de 1990, y emerge lo que Camisón et al. (2007) denominan enfoque estratégico. Estos autores afirmaron que, durante la primera etapa de este lapso, la preocupación es la atención al cliente; relegándose a un segundo plano la obsesión por la eficiencia y cambia a ser un concepto multidimensional y dinámico. Lo multidimensional refiere a la satisfacción de múltiples necesidades y expectativas; y lo dinámico porque ambas evolucionan continuamente. Los enfoques técnicos y humanos, que privaban anteriormente, van fusionándose de modo paulatino. La gestión de calidad atiende ahora no sólo la eficiencia de los procesos sino también la satisfacción del cliente y progresa hacia lo que en Occidente se denomina Gestión de la Calidad Total (GCT), etapa vigente en la que se atiende al producto, al sistema, al costo, a los empleados y al cliente y se compagina la eficacia con la eficiencia interna.

Entre los modelos más populares y relevantes en la Gestión de la Calidad Total se encuentran el Modelo de Excelencia (EFQM), creado por la *European Foundation for Quality Management* para establecer las bases del Premio Europeo a la Calidad; el Modelo Malcolm Baldrige, que construye los criterios para evaluar las organizaciones estadounidenses candidatas al premio del mismo nombre, y el *Deming Prize* los de evaluación de otorgamiento del premio japonés.

Existen propuestas de Gestión de la Calidad Total a la educación. En una de ellas, Senlle y Gutiérrez (2005) proponen aplicar los modelos EFQM y las Normas de la serie ISO 9000:2000 a las instituciones educativas. En otra, desarrollada por Escalona y Torres (2011), se aplica el Modelo Malcolm Baldrige a la producción de libros electrónicos para la ingeniería.

También existen certificaciones de calidad total otorgadas a la educación en general, a la universitaria y a escuelas de ingeniería. Entre la numerosa cantidad de certificaciones de calidad existente, se citan la ISO 9001:2000, la 9001:2008, la Qualicert, la ABET, la ISO-14001 que han sido otorgadas a universidades y a escuelas de Ingeniería, a nivel mundial. Entre las universidades que han sido reconocidas con tales certificaciones, se mencionan las universidades de Mondragón, la Universidad Europea de Madrid, primera en el mundo en recibir la Qualicert, la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels, Universitat Politècnica de Catalunya y la Técnica Superior de Ingeniería, de la Universidad de Sevilla, en España; las universidades de Harvard, MIT y de Stanford, en USA; la Universidad de Norbert Wiener, en Perú; la Universidad de La Salle en Bogotá, Colombia y la UCAB-Guayana en Puerto Ordaz, Venezuela. Dichas certificaciones fueron otorgadas, entre otras cosas, por titulaciones en Ingeniería, por la calidad en la docencia y en la gestión, en el proceso enseñanza-aprendizaje en las áreas de pregrado, postgrado y formación continua y por gestión medioambiental.

Los pilares fundamentales (Dean y Bowen, 1994) en los que la calidad total se sostiene son: la orientación al cliente, la mejora continua y el trabajo en equipo.

La calidad total en la educación significa “enfocar la planeación integral del proceso enseñanza-aprendizaje, más que hacer énfasis en los mecanismos de evaluación”. Millán et al. (2007).

La Gestión de la Calidad Total se rige por un sistema de principios no aceptados comúnmente pero que parten de una serie de valores que diferentes autores describen. Conviene entonces identificar los principios que regirán la gestión de la calidad con los que vemos identificado el proceso de formación de ingenieros.

Existen ocho principios identificados comúnmente por los teóricos de la Gestión de la Calidad Total, entre otros Yzaguirre (2005) y Domínguez y Lozano (2003). Los principios son: enfoque al cliente, liderazgo, participación del personal, enfoque basado en procesos, enfoque de sistema para la administración, mejora continua, enfoque basado en hechos para la toma de decisiones y relaciones mutuamente benéficas con el proveedor y pertenecen a conceptos importantes para la implantación de la GCT.

Sin embargo, Camisón et al. (2007) exponen un argumento valioso en educación. Afirman que la GCT, sin quebrantar los pilares de la Calidad Total y el esquema de prácticas y técnicas para su implantación, puede concebirse como un sistema de dirección; constituido por programas con los que se compromete todo el personal trabajando en equipo junto a los grupos cooperativos externos e integrando esfuerzos cooperativos liderados por la dirección para mejorar el desempeño de cualquier tarea. El propósito de tal sistema sería: crear valor para todos los grupos de interés, lograr ventajas competitivas y configurar una cultura, organización y estilo de dirección con el compromiso, participación y cooperación internos y el aprendizaje e innovación que enriquezca de modo constante el patrimonio de activos intangibles, la memoria organizativa y el conocimiento existente.

Cónsono al concepto expuesto, los principios de la GCT planteados por Camisón et al. (2007), se expresan como:

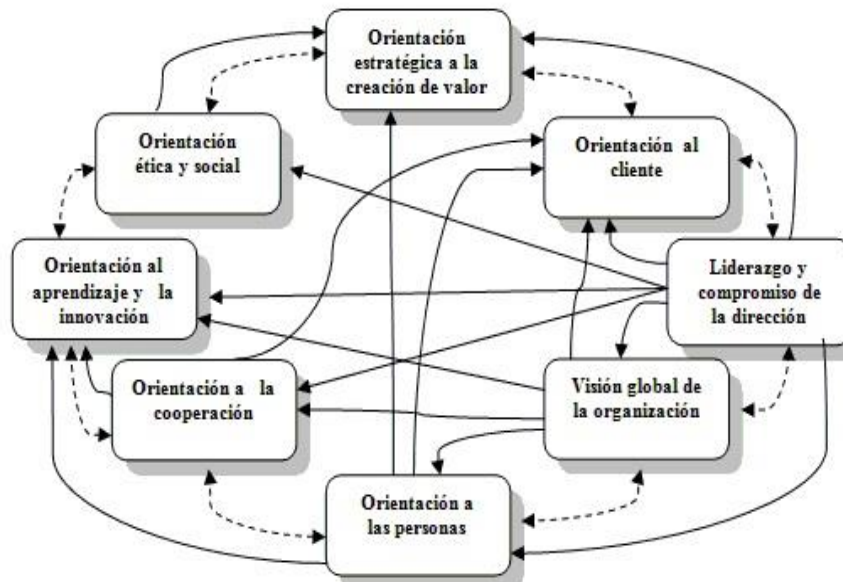
1. Orientación estratégica a la creación de valor. Este principio se refiere a las actividades sistémicas guiadas por la visión filosófica de la empresa, a las estrategias planificadas, para el mediano y largo plazo y organizadas para lograr su misión y sus objetivos con políticas apropiadas de calidad. El proceso de formulación e implantación de la estrategia se resalta con un propósito compartido que se concreta en la visión y misión de la organización, con la calidad como principio incorporado; desarrollada a mediano y largo plazo con prácticas de la gestión de la calidad, con actividades organizadas y sistematizadas para su control y mejora, instaurando estructuras, sistemas, culturas y procesos apropiados al apoyo de la implantación de la estrategia y la calidad empresariales.

2. Orientación al cliente. La actividad empresarial considera como eje la satisfacción de los clientes. Ello lleva a cambiar la organización haciendo que todas las actividades conduzcan a la obtención de un producto de calidad, con todos los valores exigidos por los clientes.
3. Liderazgo y compromiso de la dirección. El mayor peso de la responsabilidad en el cumplimiento de la calidad recae sobre la dirección de la organización o proceso. Sin embargo, no es exclusiva de ellos, lo es también de todos los niveles jerárquicos.
4. Visión global, sistémica y horizontal de la organización. La GCT determina que su éxito de la calidad depende de todas las unidades, con las tareas que le competen; los individuos que las ejecutan deben estar identificados con el cumplimiento de la calidad, aportando los valores que les conciernen. La gestión tiene carácter global, sus principios deben desarrollarse por toda la organización, se orienta a procesos no a funciones; se enfoca a la mejora y a la innovación, mejora la eficacia al concebirse con estructura de procesos creada por valor.
5. Orientación a las personas y al desarrollo de sus competencias. La organización debe sembrar en sus miembros la práctica permanente del conocimiento, habilidades, responsabilidad y compromiso. De esa manera se incentiva y crea conciencia de política de calidad con las personas, de quienes depende su ascensión.
6. Orientación a la cooperación. La cooperación externa facilita la creación de valor, la orientación al cliente y al aprendizaje y la innovación. Esa cooperación establece lazos de confianza, pautas de trabajo de mutuo beneficio, la relación con los clientes, estas relaciones contribuyen al incremento de la eficiencia, la eficacia y a la satisfacción y la fidelidad del cliente.
7. Orientación al aprendizaje y a la innovación. El aprendizaje adaptativo y generativo y la innovación incremental y radical deben ser elementos considerados parte de la gestión empresarial. Ellos promueven el aprendizaje a partir de las consecuencias de hechos pasados, lo cual desemboca en innovación radical y en aprendizaje generativo cuestionando la acción organizativa guía e implica enmendar creencias que subyacen en la vida organizativa.
8. Orientación ética y social. Alude al cambio organizativo al que conduce la GCT, conduce a nuevos modelos que referencian las variables de las actividades internas de la empresa y a sus efectos sobre agentes externos de la empresa.

Camisón et al. (2007) destacan el carácter sistémico complejo que algunos investigadores le dan al modelo de la GCT, argumentando las correlaciones entre los factores que lo constituyen. A esas características le denominan holismo o sinergia concepto que refiere a que, aun cuando el sistema puede ser estudiado en sus partes interdependientes y en cómo interactúan, sólo puede explicarse como una totalidad

por ser un todo indivisible, por lo que la excelencia no puede ser lograda en partes aisladas y la adopción e implantación de algunos valores se condiciona por la ocurrencia anterior o simultánea de otros, con efectos de retroalimentación o interacción recíproca. (Ver Figura 1).

Figura 1. Interacciones, secuencias y recíprocas entre el sistema de principios de la GCT



Fuente: Camisón et al. (2007)

4. Resultados

4.1 Libro Electrónico Didáctico y pensamiento complejo

El LED, de acuerdo a las características de producción y de uso, por las que se justifica su existencia, cumple con algunos de los principios que constituyen la corriente del pensamiento complejo. Analicemos.

- El principio de *retroalimentación* ocurre cuando se descubre la necesidad de ajuste, actualización o modificación del LED según nuevos requerimientos detectados por quienes tienen el compromiso y liderazgo de la calidad del proyecto, ante la exigencia de formación del usuario interno, el estudiante, y del externo, la sociedad y el ámbito profesional, que no es satisfecha a cabalidad;
- Los LED son objeto de *autopoiesis* por cuanto son seres orgánicos producidos y re-producidos por sus nodos pedagógico, tecnológico, de diseño y cognitivo; cada uno de los cuales les confiere las características que los definen. A su vez, el LED, en su proceso de crecimiento, impone cambios a los nodos que se re-organizan para re-producirlos nuevos y actualizados. Estas características hacen que los LED cumplan con el principio de *recursividad*;

- El principio *sujeto/objeto* identifica la relación entre el objeto, o LED, y los sujetos alumno y docente. La relación sujeto-objeto ocurre cuando: (1) el alumno sigue, adquiere, entiende conocimientos y destrezas a partir de los contenidos educativos del LED; (2) el docente construye, junto al alumno el conocimiento y logra los cambios conceptuales que emergen del LED, al estimular en ambos sujetos la imaginación, la comprensión, la participación individual y colectiva, la aplicación del conocimiento; (3) el docente logra, con eficacia, eficiencia y pertinencia, orientar, explicar, enseñar la práctica y evaluar los objetivos cognoscitivos, de destrezas y de valores propios de un ingeniero formado con el objetivo de mejorar la calidad de vida.
- Cuando los LED forman a un ingeniero capaz, activo, proactivo, dinámico, participativo porque le han permitido el desarrollo e internalización de sus conocimientos, prácticas y destrezas mediante la inducción, deducción, sensación, introspección e intuición obtenidas, se confirma la presencia del principio *holográfico*. Por otra parte, cuando el ingeniero es capaz de desarrollar criterios de cuestionamiento a las soluciones existentes y de propuestas a nuevas alternativas porque dispone de los elementos antes mencionados, consecuencia de su formación, el principio de *estrategia situacional* se hace presente;
- La realimentación que ocurre cuando se conocen los cambios que suceden en el entorno laboral, en el avance teórico, científico, técnico y tecnológico insertarán dudas ante el modo como esté ocurriendo la formación del ingeniero con los LED; estas dudas evidencian la existencia del principio de *incertidumbre* el cual será atendido cuando se procura revisión a estos archivos digitales.

Otro de los elementos que debe caracterizar al LED, para la ingeniería, es lograr la satisfacción del usuario interno la cual está íntimamente ligada al concepto de calidad de su formación y lleva a reflexionar acerca de la calidad de los sistemas tecnológico y pedagógico, (Campagno, 2009), no sin antes advertir que lo pedagógico toma en cuenta no sólo a la enseñanza sino también al aprendizaje. Gestionar su calidad es entonces una necesidad insoslayable. Los siguientes párrafos serán dedicados a este tema.

4.2 Libro Electrónico Didáctico y gestión de la calidad total

A la etapa de evolución actual caracterizada por la Gestión de la Calidad Total, Camisón et al. (2007) la denominan de Orientación Global. Dadas las evidencias de las propuestas, las de las certificaciones y la de su vigencia; los principios para el mejoramiento de la calidad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje cuando se forman ingenieros pertenecen a esta etapa y se identifican con los de la calidad total y su gestión.

Una mejor aproximación, propia, a la definición de la calidad del proceso de formación de ingenieros es la siguiente:

La calidad del proceso de formación de ingenieros es la cualidad de los productos generados y los resultados logrados mediante procesos de enseñanza y aprendizaje sistémicos, normativamente cerrados y estructuralmente abiertos, eficientes, retroalimentados, planificados, actualizables con una estructura organizativa cimentada en el LED; bajo un patrón organizativo conducente hacia la satisfacción de formación eficaz, pertinente, útil, actualizada y estrategias coordinadas por quienes comparten la visión filosófica que los une y la misión que los compromete. La calidad se mide a través del grado de aproximación entre los productos y resultados logrados y los productos y resultados programados.

Camisón, et ál (2007) han dedicado estos principios a la actividad empresarial. En razón de la propuesta que se lleva a cabo en esta investigación. A continuación, dichos principios se adecúan a los procesos de enseñanza y aprendizaje de ingenieros.

1. Orientación estratégica a la creación de valor. La visión de las instituciones académicas es un propósito compartido entre quienes coordinan-administran la formación, la ejercen-guían, la reciben-exigen y la comparten-aprovechan. Con esa visión, los valores creados deben dedicarse, por docentes, alumnos y ámbito profesional y social, a procurar y/o exigir formación de calidad. La organización universitaria facilitará, con criterio compartido, el cambio conveniente de formulación y aplicación de estrategias y de prácticas de gestión a los programas y proyectos institucionales. El cambio será cónsono a su misión, estructuras, sistemas y procesos, con el interés permanente, dinámico, activo, global, recurrente, de logro de la calidad con el que deben responder directivos, docentes y LED a la satisfacción de mejora del conocimiento de los estudiantes.
2. Orientación al cliente. La denominación procesos de enseñanza y aprendizaje de ingenieros evidencia claramente al cliente, a quien denominaremos usuario en vista de que se trata el tema de la formación profesional. El usuario principal, es el estudiante. Sin embargo, no hay un único usuario; hay usuarios internos, los docentes, y externos, la familia, el ambiente de trabajo del profesional, la sociedad. El producto al que aspiran esos usuarios es a una formación eficaz, pertinente y útil; para ello la institución debe organizarse en función de conocer y satisfacer necesidades, intereses y conveniencias, considerando el juicio emitido y ejecutando actos de mejoramiento, ajustes y procura de satisfacciones.
3. Liderazgo y compromiso de la dirección. En los procesos de enseñanza y aprendizaje de un ingeniero en formación, los docentes asumen el liderazgo de la dirección del proyecto de calidad, siguen los lineamientos de los dirigentes de la institución; bajo las directrices filosóficas de la visión y estratégicas de la misión establecidas por la universidad.
4. Visión global, sistémica y horizontal de la organización. Cada uno de los miembros y cada una de las unidades que participa en las tareas de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la ingeniería, debe comprender,

asumir y ejecutar, según la responsabilidad que le es competente, su compromiso con el proyecto de calidad. Actuar organizacional e individualmente, como se ha descrito, lleva al cumplimiento global de la organización y horizontal de cada integrante y unidad, al comprometer-se con cada tarea y proceso, o secuencia de tareas, con la procura de una eficaz formación de calidad para ingenieros.

5. Orientación a las personas y al desarrollo de sus competencias. Este principio es uno de los que más se identifica con el deber ser del proceso educativo. Se refiere a la preparación que cada uno de las personas que participa en el proyecto asume, comprende, aprende, internaliza, practica y actualiza. Dicha preparación no debe responder a principios de supervisión sino de despliegue de conocimientos, habilidades, responsabilidad y compromiso que la institución universitaria promueve y ejerce. Se basa en la confianza que la organización tiene en cada uno de los miembros, que participa del proyecto, porque conoce su trabajo, toma decisiones y se responsabiliza por la mejora continua de los procesos de enseñanza y de aprendizaje y por la satisfacción del usuario. Asumir esa responsabilidad como propia, procurará identificación organizacional y personal de individuos conscientes, comprometidos, gozosos con el compromiso de formación dinámica, actualizada, cambiante, de calidad a la que aspiran usuarios internos y externos y que proporcionan aquellos que se incursionan en la tarea de formar ingenieros íntegros, útiles, preparados, humanistas, con conciencia medioambiental, comprometidos con su bienestar y el de la sociedad, gestando calidad de vida, promoviendo la generalización y aplicación de sus conocimientos, actualizándolos, innovando en las soluciones de los problemas del entorno propio y ajeno.
6. Orientación a la cooperación. Los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios en los que se ejecuta la formación de ingenieros tiene un deber ineludible de relación entre los elementos internos que los conforman y, también, de una manera estricta, con el exterior que les concierne. Esa relación de cooperación mutua garantiza la comprensión de lo que ocurre en el exterior de la organización; su consideración y participación en los programas de formación; la incentivación a la innovación tecnológica y pedagógica; la garantía de práctica y participación con un entorno real.
7. Orientación al aprendizaje y a la innovación. Al transcurrir el tiempo, los procesos de enseñanza y de aprendizaje que forman ingenieros han tenido la posibilidad de cambiar sus modos, estrategias, metodologías, técnicas y tecnologías. Esos avances, si se insertan en esquemas que cumplan con los principios de calidad, permitirán incluir mejora continua, incremental, adaptativa, porque con ellos se podrá evaluar la calidad de la formación, medir la satisfacción de los usuarios e incorporar cambios metodológicos, académicos, pedagógicos, técnicos, tecnológicos y estratégicos en una gestión que ajuste las diferencias encontradas.

8. Orientación ética y social. El compromiso que tienen los ingenieros con la calidad de vida propia y la de la sociedad hace que los procesos de enseñanza y aprendizaje, en los que se forman, lo comprendan y emprendan su asunción. La significación de este compromiso tiene una relación estricta con lo social y con lo ético por cuanto está relacionado, no sólo con las buenas prácticas técnicas, metodológicas, estratégicas, tecnológicas, de conocimiento y de comprensión sino con su disposición hacia la ejecución de las normas éticas que rige la profesión y las que exigen la sociedad y el ambiente. En consecuencia, el buen cumplimiento de este principio hará que el ingeniero, en la etapa de su formación, adquiera, se identifique y practique la ética en su actuar social.

Ahora bien, una vez que se ha hecho explícita la presencia de los principios de la GCT en los procesos de enseñanza y aprendizaje es necesario identificar cómo se ha de gestionar, en Calidad Total y con principios del pensamiento complejo, la calidad del proceso de formación de ingenieros delimitada, en su definición, anteriormente. Existe un enlace que debe ser evidenciado.

Revisar el enfoque de GCT que se debe llevar a cabo en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios para formar ingenieros, significó definir los trazos de la calidad que los caracteriza, su relación con los LED y su vínculo con los principios de la corriente del pensamiento complejo.

La formación de los ingenieros es producto de la actividad realizada en los procesos de enseñanza y de aprendizaje

- Por la práctica de relaciones interpersonales que ocurre durante el lapso de vida, en el cual adquiere características orgánicas porque crece, cambia, se actualiza;
- Cuando la organización universitaria y todos a quienes compromete la ejecución de una formación de calidad, lo orientan a la satisfacción del usuario;
- Con la participación de directivos, docentes, estudiantes, de la sociedad en general, del ámbito profesional que incumbe a la ingeniería; comprometidos en observar una orientación estratégica de creación de valor porque disponen de capacitación, conscientes y dispuestos a utilizarla de modo autónomo y decidido y dispuestos a trabajar de modo cooperativo;
- Porque cuando, al transcurrir del tiempo, sean necesarios cambios de modos, estrategias, técnicas y tecnologías se puedan incluir mejora continua, incremental o adaptativa que ajuste las diferencias halladas;
- Con la posibilidad de entrar en un caos, que de ser controlado evita su muerte;
- Bajo un esquema procesal de comportamiento sistémico, de obediencia a una normativa de orden entre los objetos que participan y produciendo una estructura organizativa, el LED, que orienta hacia la satisfacción que requiere el usuario;

- Porque responde al enfoque estratégico, que prevalece en la actualidad, de atención al usuario y al producto, junto a la eficiencia y eficacia de los procesos de enseñanza y aprendizaje;
- Porque puede estar sometida a acciones de autorregulación del proceso educativo y de realimentación cuando existe la conveniencia de actualizar los LED o de solucionar cualquier duda procesal;
- Cuando existe liderazgo y compromiso de los docentes en la ejecución del proyecto,
- Con el compromiso de calidad que comparten unidades y miembros que forman parte del proyecto;

El enjambre de ideas postuladas confirmó la existencia de una red que identifica presencia de fundamentos de la GCT y de principios de la corriente del pensamiento complejo en los procesos de enseñanza y de aprendizaje que, bajo una norma, producen la estructura organizativa, o LED, en su compromiso de lograr una formación de calidad para ingenieros. Una manera esquemática y sencilla de la red del pensamiento, conformada por los fundamentos de la GCT y los principios del pensamiento complejo que rija los procesos de enseñanza y de aprendizaje y se hagan presentes en los LED, puede ser visualizada en la Tabla 1.

Tabla 1. Matriz de relación entre fundamentos de la GCT y principios del pensamiento complejo que caracteriza la formación de ingenieros, con LED

Principios del Pensamiento Complejo Fundamentos de la gestión de la Calidad Total	Sujeto/objeto	Sistémico	Retroalimentación	Autonomía/dependencia	Recursividad	Holográfico	Estrategia situacional	Incertidumbre	Caórdico
Creación de valor									
Orientación al usuario									
Liderazgo y compromiso									
Visión global y horizontal									
Desarrollo de competencias									
Orientación a la cooperación									
Aprendizaje e innovación									
Orientación ética y social									

El resultado de realizar el diagnóstico del estado del arte en cuanto a la influencia y la intervención de las TIC en los procesos de enseñanza y de aprendizaje en ingeniería y el de evidenciar que existe un enlace entre los principios del pensamiento complejo y los fundamentos de la GCT, permitirán proponer el sistema de gestión con el cual se espera mejorar la calidad de la formación de los ingenieros cuando se usan las TIC.

4.3 Estado de la investigación

Con una serie de premisas como la de evaluar cuáles áreas y cuáles temas de esas áreas pueden ser incluidos en recursos digitales didácticos, en la actualidad se están desarrollando LED en diferentes modalidades de uso presencial o a distancia y sincrónico o asincrónico para carreras de ingeniería. Entre ellos se tienen proyectos dedicados al Cálculo I, para estudiantes de recién ingreso a la universidad, de Digitales y de deconstrucción de procesos mediante ingeniería inversa, para estudiantes de Ingeniería Electrónica. Las tareas implicadas en dichos trabajos pasan por:

1. Seleccionar los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de las unidades curriculares del Plan de Estudio de la respectiva carrera de Ingeniería, que serán incorporados al LED;
2. Elegir los medios didácticos y las teorías del aprendizaje con los que serán abordados los contenidos;
3. Determinar los métodos didáctico-pedagógicos de enseñanza y de los sistemas de aprendizaje que se practicarán;
4. Caracterizar los roles que ejercerá el profesor;
5. Identificar las actuaciones del estudiante según la modalidad de educación-comunicación en la que esté participando;
6. Especificar los componentes que contendrá el LED;
7. Precisar los medios tecnológicos en donde residirán los LED y a través de los cuales se les accede;
8. Dedicar esfuerzos a la aplicación de mecanismos particulares, eficientes y eficaces de evaluación, retroalimentación, coevaluación y autoevaluación.

5. Conclusiones

Existen, de modo evidente, vínculos entre los principios de complejidad, los fundamentos de la gestión de la calidad total y el componente tecnológico planteado, el Libro Electrónico Didáctico.

Los criterios, estrategias, actualización y ejecución de los procesos de enseñanza y aprendizaje podrán ser otorgados con criterios holísticos, entre los

actores internos y externos intervinientes en la enseñanza y en el aprendizaje a y de los estudiantes de ingeniería.

Los vínculos encontrados permiten concebir y diseñar un modelo de gestión que rija el mejoramiento de la calidad de la formación en ingeniería, en consecuencia, siembra la base para establecer indicadores que la definan.

El producto de esta investigación entrega elementos teóricos para una gestión práctica y dinámica al promover el desarrollo de habilidades, conocimientos, actitudes, aptitudes, valores humanos con los que el ingeniero participe en el contexto laboral, con una capacitación generalizable en actividades inherentes de mejora de la calidad de vida propia y de la sociedad en general, al disponer de planes de estudio permanentemente actualizables y vigentes, bajo esquemas dinámicos de enseñanza y de aprendizaje que mejoren día a día su formación humana y tecnológica.

6. Referencias Bibliográficas

Baelo Á., R.; Cantón M., I. (2009). "Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación superior. Estudio descriptivo y de revisión". Disponible en:
<http://www.rieoei.org/deloslectores/3034Baelo.pdf>. Consulta del 08/11/11.

Bermúdez P., J. M.; González H.; K. P.; Gutiérrez M.; M. M. (2009). "Uso y difusión de las TIC en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia". Disponible en:
<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/310/31011440007.pdf>. Consulta del 14/04/11.

Camisón C., Cruz S., González T. (2007). "Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques modelos y sistemas". Pearson Educación, S.A. Madrid. España.

Campagno, L. (2009). "La Complejidad de los procesos evaluativos en los Programas de Educación Superior a Distancia". Compilación de artículos del proyecto "Educación y comunicación en entornos virtuales de aprendizaje: perspectivas teórico metodológicas para su abordaje". Editorial Universidad Nacional de Quilmes. Buenos Aires. Argentina.

Castillo D., M.; Larios R., V. M.; Ponce De L., O. G. (2010). "Percepción de los docentes de la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación". Disponible en:
<http://www.rieoei.org/deloslectores/3375Castillo.pdf>. Consulta del 08/11/11.

Contreras G., G. A.; García T., R.; Ramírez M., M. S. (2010). "Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento". Disponible en:
http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/NUM12/Apertura%2012%20HTML/Apertura12_7.html. Consulta del 23/04/11.

Dean, J.; Bowen D. (1994). "Management theory and total quality improving research and practice through theory development". *Academy Management Review*. Vol 19, No. 3. pp 319-428. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/258933>. Consulta del 12/02/12.

Domínguez, G.; Lozano L. (2003). "El concepto de calidad y su evolución. Compendio de artículos en el libro Calidad y formación. Binomio inseparable". INEM Publicaciones,

Madrid, Disponible en: <https://www.redtrabaja.es/es/portaltrabaja/resources/pdf/TTnet/libroCALIDAD.pdf>. Consulta del 20/03/08.

Escalona, L. M. (2012). Sistema de Gestión para el Mejoramiento de la Calidad de la Formación en Ingeniería desde la Perspectiva del Pensamiento Complejo y con Libros Electrónicos Didácticos. Tesis Doctoral de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” Vicerrectorado Barquisimeto. Venezuela.

_____ ; Torres E. (2011). “Aplicación del Modelo Malcolm Baldrige a la producción de Libros Electrónicos Didácticos para la Ingeniería”. Revista Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.

Fernández S., P.; Salaverría G., A.; González D., J.; Mandado P., E. (2009). “El aprendizaje activo mediante la autoevaluación utilizando un laboratorio virtual”. Disponible en: http://rita.det.uvigo.es/index.php?content=Num_Pub&idiom=Es&visualiza=1&volumen=6&numero=3&orden=asc. Consulta del 11/11/11.

Hurtado, J. (2010). “Metodología de la Investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia”. Cuarta edición. Ediciones Quirón. Caracas. Venezuela.

Molina, A., Chirino V. (2010). “Mejores Prácticas de Aprendizaje Móvil para el Desarrollo de Competencias en la Educación Superior”. Disponible en: http://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos mdl/pos/ED/AV/AM/05/Mejores_practicas.pdf. Consulta de enero 2014

Millán, A.; Rivera, R.; Ramírez, M. (2007). “Calidad y efectividad en Instituciones Educativas”. Editorial Trillas. Reimpresión 2007. México D.F. México.

Parra C., E.; Narváez, A. (2010). “Construcción de objetos virtuales de aprendizaje para ingeniería desde un enfoque basado en problemas”. Disponible en: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/38/85>. Consulta del 14/04/11.

Pérez, L. O. (2011). “La comunicatividad en el software didáctico en la Educación Superior”. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/3728Perez.pdf>. Consulta del 15/01/14

Project Gutenberg. Disponible en: http://gutenberg.org/wiki/Gutenberg:The_History_and_Philosophy_of_Project_Gutenberg_by_Michael_Hart. Consulta del 07/02/12.

Rayón R., L.; Muñoz M. Y. (2011). “Tecnologías de la información y la comunicación y la igualdad de oportunidades: contenidos necesarios para la formación del profesorado”. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/4529Munoz.pdf>. Consulta del 15/11/11.

Senlle, A. y Gutiérrez, N. (2005). “Calidad en los servicios educativos”. Ediciones Díaz de Santos. España.

Yzaguirre P., L. E. (2005). “Mitos y realidades de ISO 9001:2000 en organizaciones educativas”. Editorial Limusa, S.A. Grupo Noriega Editores. Balderas 95, México, D.F.