

---

# Actualización y marco de referencia de los nuevos paradigmas en Ingeniería de Sistemas para el cambio curricular

*Ronald Mora-Barboza\**

*Carlos Ariñez-Castel\*\**

---

---

## **Resumen:**

La carrera de Ingeniería de Sistemas, a través del proceso de autoevaluación, ha logrado detectar tres componentes de su compromiso de mejora que están relacionados con el progreso de la calidad educativa mediante la construcción y discusión del Estado del Arte o Estado de Situación que puede verse reflejado en el plan de estudios, el contexto de la carrera, el perfil pedagógico, los contextos de investigación y extensión universitaria y, sobre todo, analizar de manera profunda los nuevos paradigmas de la carrera.

---

\* Ingeniero en Sistemas, Director y profesor de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Centro América. Correo electrónico: rmora@uaca.ac.cr

\*\* Doctor en Educación, profesor universitario y asesor curricular de la Universidad Autónoma de Centro América. Correo electrónico: carinez@uaca.ac.cr

El estado del arte es un acercamiento académico, profesional y contextual a los aspectos que hacen preguntar a la carrera sus elementos de correspondencia con la realidad cambiante y sus principales fortalezas para la adaptación ante desafíos curriculares.

**Palabras clave:** INTELIGENCIA ARTIFICIAL - INGENIERÍA DE SISTEMAS - CURRÍCULUM - ESTADO DEL ARTE.

**Abstract:**

The School of Systems Engineering, through the self-assessment process, has managed to detect three components of its commitment to improvement that are related to the progress of educational quality through the construction and discussion of the State of the Art or Situation Status that can be seen reflected in the curriculum, the context of the career, the pedagogical profile, the contexts of research and social outreach programs, above all, to analyze in a profound way the new paradigms.

The State of the Art is an academic, professional and contextual approach to the aspects that make the career question its elements of correspondence with the changing reality and its main strengths for adapting to curricular challenges.

**Keywords:** ARTIFICIAL INTELLIGENCE - SYSTEMS ENGINEERING - CURRÍCULUM - STATE OF THE ART.

Recibido: 9 de marzo del 2019

Aceptado: 29 de abril del 2019

## Introducción

El proceso de autoevaluación, realizado entre 2016 y 2018, ha heredado una serie de retos institucionales que son necesarios para lograr la acreditación académica y es el primer paso a la mejora medular de algunos procesos complejos y nuevos que harán a las carreras de Ingeniería de Sistemas ingresar al sistema de calidad educativa permanente.

Como parte de este proceso, se ha trabajado un documento titulado Estado de Situación o Estado del Arte de la carrera de Ingeniería de Sistemas, el cual busca analizar los nuevos enfoques, los planteamientos curriculares y los avances en el campo académico, profesional y de mercado laboral.

Es necesario reconocer que los aportes surgidos como resultado de la autoevaluación han mostrado fortalezas y puntos por mejorar de la carrera, mismos que deben ser discutidos de manera amplia para lograr actualizar los aspectos académicos como plan de estudios, líneas de investigación, líneas de extensión universitaria y las nuevas competencias profesionales vigentes en el mercado laboral.

Los alcances del documento tienen que ver con aspectos inherentes al objeto de estudio de la carrera, los nuevos paradigmas vigentes -si los hubieran-, las temáticas actuales que afectan al perfil profesional y la actualización de los objetivos de la carrera acordes a su misión y visión de la universidad.

Este proceso nace de los tópicos más relevantes que contemplan los siguientes ejes temáticos tomados en cuenta para este artículo:

- 1. Con relación a los aportes, al contexto, las acciones:** para atender las necesidades del contexto, sistematizar las acciones y los resultados realizados, registro de las experiencias de las actividades académicas y otros aspectos para desarrollarse en el contexto costarricense.

2. **Con relación al plan de estudios:** Tener un documento guía que contenga antecedentes, los fundamentos conceptuales, los fines, los ejes curriculares y la orientación metodológica, referentes universales y las corrientes de pensamiento que fundamenten la carrera.
3. **En relación con el proceso educativo:** ampliar los aspectos referidos a la gestión participativa de la comunidad académica, la gestión de la carrera que cuente con un plan estratégico, participación de estudiantes y docentes en el quehacer de la carrera.
4. **En relación con la investigación:** la necesidad de articular los proyectos de investigación con los objetivos de la carrera y que evidencie el aprovechamiento de los resultados de estas investigaciones. relaciones académicas con otras instancias dedicadas a la investigación en el campo disciplinar, entre las principales necesidades.

Por ello, es necesario realizar un documento guía o base para comenzar a establecer un ordenamiento interno de la carrera, para trabajar en aspectos medulares del plan de estudios y la currícula de la carrera.

Este instrumento nos posibilitará tener un documento oficial, y validado por la carrera y los docentes, donde se pueda trabajar aspectos de un nuevo plan de estudios actualizado y acorde con las necesidades palpables de la comunidad educativa.

Con este documento se pretende tener cuatro tipos de resultados:

1. Un documento oficial de la carrera que sirva de guía y línea de base para el proceso de cambio curricular.
2. Establecer criterios para un plan de acción de la carrera.
3. Ordenar y sistematizar el lineamiento de la investigación y la extensión universitaria, así como necesidades de acercarse a referentes internacionales importantes para la Ingeniería de Sistemas.

4. Plantear las bases para la discusión de modelos educativos que tomen en cuenta los sistemas informáticos para mejorar la capacitación y educación de los estudiantes y docentes de la carrera.

Es importante señalar cómo los procesos de autoevaluación pueden llevar a mejorar sinérgicamente otros aspectos de la carrera que nos ayudan a mejorar la calidad educativa permanentemente.

Los nuevos mecanismos gestores de conocimiento que la educación superior debe incluir son: interdisciplinariedad, el uso generalizado de nuevas tecnologías en educación, nuevos segmentos de mercado laboral, conocimiento organizado en el contexto que se le requiere, formas de organización de los nuevos conocimientos. Estos desafíos parecen ser los que hoy deben moldear, según valoraciones de la UNESCO (2016), los nuevos procesos académicos.

En este sentido, las carreras deben asumir su propio desafío en la innovación docente, transferencia de conocimientos, tecnologías y servicio y la extensión universitaria de calidad.

Sólo la redefinición de los currículos de forma integral, a través de un estado de situación, podrá generar nuevas capacidades de pensamiento y praxis dirigidas a la producción de conocimientos y brindará la posibilidad de integrarla a innovadores métodos, lenguajes, contenidos y técnicas que propicien su transferencia en nuevas áreas del conocimiento y tecnologías:

Una de las grandes debilidades de la educación latinoamericana ha sido la poca atención que en el pasado se otorgó al diseño curricular. El currículo, concebido tradicionalmente como plan de estudios o listado de asignaturas, no era considerado como pieza clave de los procesos de reforma académica. Hoy sabemos que el currículo es donde las tendencias innovadoras deben encontrar su mejor expresión. Nada refleja mejor la filosofía educativa, los métodos y estilos de trabajo de una institución que el currículo que ofrece. El currículo debe hacer realidad el Modelo Educativo que la institución promueve (Unesco, 2017).

La Ingeniería de Sistemas, en el modelo educativo UACA, es una rama que combina las ciencias sociales y humanísticas (administración) y las ciencias exactas (sistemas informáticos) con los modelos ingenieriles necesarios para su implementación.

Desde su creación, la carrera asume propuestas teóricas y prácticas que hacen de la gestión de proyectos de tecnologías de información un quehacer cotidiano en la investigación y la docencia, dado su enfoque a empresas tradicionales y, sin embargo, existe la necesidad de crear espacios para ampliar su campo de acción como organizaciones sin ánimo de lucro, informales, públicas, sociales, móviles entre otros.

También, la presión del contexto hace que otros productos y servicios tecnológicos sean relevantes para el mercado laboral, por lo que es necesario revisar nuevamente el perfil ocupacional debido al cambio de demanda y los emergentes mercados que surgen, puesto que se acortan los cambios tecnológicos y las innovaciones son constantes y marcan una ruta crítica para todos los profesionales.

La autoevaluación académica nos muestra aspectos que la carrera debe enfrentar como retos necesarios. Las temáticas que señalan los nuevos retos curriculares están en ello comprometidos con cuatro temáticas emergentes:

- Ingeniería de Sistemas y economía digital en Costa Rica.
- Principios de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información.
- Tecnología Verde o Green Computing.
- El enfoque de Inteligencia artificial y agentes inteligentes (Estado Arte, 2018).

Cada uno de estos temas puede aportar a la nueva propuesta curricular desde los enfoques que propician cambios hacia una nueva concepción de la Ingeniería de Sistemas.

Cabe contextualizar que los aspectos señalados anteriormente sólo se pueden realizar dependiendo del nivel de madurez académica que tenga la carrera y los momentos necesarios que se puedan trabajar de acuerdo con la complementariedad del currículo educativo y pedagógico de la carrera en proceso de acreditación.

## **Método**

Una de las metodologías curriculares utilizadas para definir escenarios tendenciales es el análisis prospectivo, donde se toma en cuenta el marco de referencia de escenarios futuros y el contexto dinámico en que actuará el profesional. En esta metodología se utiliza una dinámica de compendio bibliográfico reciente, las opiniones de expertos académicos y los referentes universales de la carrera.

En la metodología se realiza una construcción prospectiva de un escenario en un horizonte temporal de tiempo que integra amplia información, la cual permite expresar diversidad de exigencias, retos y requerimientos futuros. Un escenario tendencial jugará como referente y criterio para precisar los rasgos que deberá contar un profesional enmarcado en los desafíos que enfrentará.

## **Marcos referenciales y escenarios tendenciales**

### **a) Escenario uno: Ingeniería de Sistemas y economía digital en Costa Rica**

Las políticas públicas y su planificación de largo plazo son los principales documentos que se citan pues estas marcan una pauta programática que lo sugiere el Estado y lo ejecutan los diferentes actores privados y públicos. Por ello, entre las últimas normas y prácticas legislativas se encuentra la política de economía digital, que abre perspectivas de análisis en cuanto a sus implementaciones en los próximos años.

Para el 2019, el Ministerio de Tecnología de Costa Rica y un grupo de especialistas del ámbito público, privado y académico, presentó el documento “Costa Rica: Hacia la primera economía digital de la región” (MICIT,2017), que concentra una serie de acciones y recomendaciones en siete áreas de trabajo, con el objetivo de ejecutarlas para posicionar al país a la cabeza en la implementación de las tecnologías digitales.

El país tiene un marco normativo y políticas públicas alineadas con los principios de la OCDE, así como la capacidad y voluntad de continuar fortaleciendo los mecanismos de trabajo entre el gobierno, el sector privado y la academia, para la implementación de políticas públicas en aras de la promoción de la economía digital.

El Comité de Políticas para la Economía Digital de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2015) dio su aprobación para la adhesión de Costa Rica desde los avances del sector de telecomunicaciones, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), gobernanza digital y otros aspectos de la economía digital.

La economía digital es una política pública de la cual se rescatan cuatro aspectos importantes, los cuales nos ayudan a trabajar el contexto académico actual:

- **Desarrollo de la banda ancha**

El Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones (PNDT) establece la estrategia de Costa Rica para transformarse en una sociedad conectada mediante el fomento de la inversión en redes y el desarrollo del acceso universal, que busca promover la competencia efectiva y la neutralidad tecnológica.

- **La gestión del riesgo de la seguridad digital para la economía y la protección de infraestructuras críticas de información.**

También se tiene como referencia la implementación de la Estrategia Nacional de Ciberseguridad. El Ministerio de tecnología elaboró esta estrategia alineada con los principales



objetivos del país plasmados en la Agenda “Costa Rica 2030” y con el Plan Nacional de Desarrollo (PND, 2017), que buscan convertir a Costa Rica en una sociedad conectada, a partir de un enfoque inclusivo del acceso, uso y apropiación de las TIC de una manera segura, responsable y productiva.

- **TIC y Medio Ambiente**

Como parte de la evaluación, Costa Rica expuso sobre el marco de política general integral mediante el cual se fomenta y apoya el uso de TIC amigables con el medio ambiente. Con ello se resalta la oportunidad que tiene la Comisión TIC y Medio Ambiente del Consejo Presidencial Social para continuar articulando esfuerzos, para el cumplimiento de los objetivos ambientales del PNDT.

- **Principios para la elaboración de políticas de internet**

El cumplimiento de los Principios de la OCDE para la formulación de políticas de Internet requiere la preservación de la naturaleza abierta y descentralizada de Internet para estimular la innovación, ofrecer beneficios económicos y sociales, así como también dar voz a las aspiraciones democráticas. Con esto, se promueve y protege el libre flujo global de información, la naturaleza abierta, distribuida e interconectada del Internet, la promoción transfronteriza de servicios, el fomento de la cooperación entre múltiples partes interesadas en los procesos de desarrollo de políticas, entre otros. A lo largo de la evaluación, Costa Rica expresó que comparte estos principios y la importancia de incorporarlos en el diseño de las políticas públicas.

**b) Escenario dos: bases de la Cumbre Mundial sobre Sociedad de la Información**

Conforme la Declaración de Principios de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información -“Construir la Sociedad de la Información: un desafío global para el nuevo milenio” (Ginebra 2003), cuyos términos fueron reiterados en el Compromiso de Túnez - 2005, la Sociedad de la Información debe caracterizarse por la inclusión, la equidad, la accesibilidad, la participación y

el pluralismo y estar centrada en la persona, ser integradora, también orientada al desarrollo sostenible y en la mejora de su calidad de vida.

En esta cumbre se reconoce la llamada “brecha digital” como una nueva dimensión de las divisiones económicas y sociales que limita el acceso universal al conocimiento y la información en nuestras propias lenguas. La discusión permitió que este tema saliera del debate técnico a nivel de expertos y se convirtiera en asunto político de interés de la comunidad internacional.

Temas como la gobernanza de internet y la financiación de la sociedad de la información, que eran importantes para el mundo subdesarrollado, fueron diferidos, adoptándose la creación de sendos grupos de trabajo integrados por expertos para que elaborasen recomendaciones para la segunda fase de la cumbre en el 2005. (Cumbre Mundial, 2005).

Algunas de esas recomendaciones para las universidades y la academia son:

- **Programas informáticos**

Los programas informáticos constituyen el medio y el marco reglamentario para la información digital y el acceso a los mismos determina el acceso a esa información. Es fundamental que exista un acceso equitativo a los programas informáticos para integrar y fomentar las sociedades de la información y la comunicación digital, para esto es esencial que haya plataformas diversas, las cuales están siendo ofrecidas por los líderes de la tecnología, como lo son Microsoft Azure, Google Cloud y Amazon AWS; todos servicios basados en la nube de Internet.

- **Infraestructura y acceso**

La infraestructura de (tele)comunicaciones es fundamental para la difusión de los servicios basados en las TIC y es crucial en la consecución del objetivo del acceso universal, sostenible, ubicuo y asequible a estas tecnologías y servicios, como también a su utilización por todos. Además, la energía es un requisito previo para la infraestructura y el acceso.

- **Dimensiones éticas de la Sociedad de la Información**

Se reconoce la importancia de la ética para la Sociedad de la Información, la cual debe fomentar la justicia, así como la dignidad y el valor de la persona humana. Se debe acordar la protección más amplia posible a la familia y permitir que esta desempeñe su papel cardinal en la sociedad.

El uso de las TIC y la creación de contenidos debería respetar los derechos humanos y las libertades fundamentales de otros, lo que incluye la privacidad personal y el derecho a la libertad de opinión, conciencia y religión, de conformidad con los instrumentos internacionales relevantes.

Todos los actores de la Sociedad de la Información deben adoptar las acciones y medidas preventivas apropiadas, con arreglo al derecho, para impedir la utilización abusiva de las TIC, tales como actos ilícitos o de otro tipo motivados por el racismo, la discriminación racial, la xenofobia, y las formas conexas de intolerancia, el odio, la violencia, todo tipo de maltrato de niños, incluidas la pedofilia y la pornografía infantil, así como la trata y la explotación de seres humanos.

**c) Escenario tres: Tecnología Verde (Green Computing)**

El término Green Computing (Martínez, A. N., & Porcelli, A. M. (2016), también conocido como Green IT, se puede definir como un conjunto de métodos que reducen el impacto informático sobre el ambiente e incluso se considera el reciclaje de muchos de los componentes utilizados en estos procesos, permitiendo que otras personas continúen obteniendo provecho de estas tecnologías.

Algunos autores señalan: la Informática Verde es la toma de conciencia de una dimensión medioambiental para el ciclo de vida (desde la selección hasta el reciclaje, pasando con la gestión diaria) de materiales, software y servicios ligados a los sistemas de información (Corne, y otros, 2009).

Señalan que realmente la computación verde es el estudio y la práctica de diseñar, fabricar, utilizar y disponer de las computadoras, servidores y subsistemas asociados de manera eficiente y eficaz con mínimo o ningún impacto sobre el ambiente. Entonces, la propuesta no es solamente trabajar en el último eslabón de la cadena, sino mucho más atrás, desde la propia concepción del producto, desde su diseño y fabricación.

Los marcos referenciales pueden dejarnos como escenario futuro los siguientes macrotemas:

- **Ecoeficiencia**

El concepto de ecoeficiencia nace de la concepción global de los impactos ambientales de las diferentes fases del ciclo de vida de un producto y de la voluntad de reducir los diferentes efectos ambientales negativos, producidos por la mala planificación de los sistemas informáticos o la arquitectura de los sistemas.

La ecoeficiencia se halla estrechamente ligada al desarrollo sostenible, ya que equivale a optimizar tres objetivos: crecimiento económico, equidad social y valor ecológico.

La visión es que cada vez más se dé más valor a los productos y servicios, consumiendo menos materias primas, generando cada vez menos contaminación a través de procedimientos ecológica y económicamente eficientes, previniendo así los riesgos, quitando del mercado los productos que son poco eficaces y que son contaminantes. (Sopeña, J. G., Cuesta, E. H., & Vallejo, M. L. 2008).

- **Consolidación de servidores y virtualización del centro de datos**

Las demandas energéticas de los centros de datos pueden reducirse mediante el correcto dimensionado de la infraestructura de TI, por medio de la consolidación y la gestión dinámica de la capacidad de cálculo sobre un conjunto de servidores. El concepto de virtualización de servidores es la forma que tenemos, hoy en día, para lograr esta meta.

- **Virtualización del almacenamiento**

La virtualización del almacenamiento se refiere a un conjunto de tecnologías que permiten crear una capa lógica de abstracción sobre la capa física de almacenamiento. En lugar de gestionar

de forma individual dispositivos físicos de almacenamiento, por ejemplo, la virtualización permite a los administradores gestionar múltiples sistemas de almacenamiento como un fondo común de capacidad a nivel lógico. Esta solución tiene sus riesgos, siendo la seguridad de la información el principal temor de las empresas, ya que se pierde el control sobre los datos sensibles. Sin embargo, esto puede ser minimizado seleccionando adecuadamente al proveedor del servicio y estableciendo consecuencias contractuales. Derivado de esto, tenemos otro riesgo importante para las empresas, la dependencia del proveedor, estableciéndose una relación contractual, que en ocasiones es difícil de disolver.

#### **d) Escenario cuatro: Inteligencia artificial y agentes inteligentes**

Los modelos de estructura curricular abiertos u holísticos, dentro de la ingeniería de sistemas, están tomando en cuenta factores de los entornos laborales inmediatos. En el caso de Costa Rica, el crecimiento exponencial de empresas, sedes o sucursales de empresas tecnológicas, dedicadas a diferentes ambientes socio-productivos, van desde la medicina nuclear hasta empresas de agroindustria que están necesitando cada vez de IA como base de sus labores de producción (Benítez, R., Escudero, G., & Kanaan, S. 2013).

En tanto, es necesario reconocer que es indispensable una definición de este nuevo objeto de estudio:

La inteligencia artificial (IA) es una disciplina académica relacionada con la teoría de la computación, cuyo objetivo es emular algunas de las facultades intelectuales humanas en sistemas artificiales. Con inteligencia humana nos referimos típicamente a procesos de percepción sensorial (visión, audición, etc.) y a sus consiguientes procesos de reconocimiento de patrones, por lo que las aplicaciones más habituales de la IA son el tratamiento de datos y la identificación de sistemas. (Benítez, 2013).

Las discusiones sobre la creación de sistemas lo suficientemente independientes y autorregulables, capaces de procesar y corregir datos han mostrado que es necesario adecuar estos nuevos conocimientos a los procesos de enseñanza superior.

Incluso, actualmente se están elaborando nuevos medios y mediaciones educativas basadas en algoritmos que pueden representar modelos curriculares abiertos que logran hacer que las innovaciones de la IA sean conocidas, aprendidas y discutidas de manera paralela a su contribución a la sociedad.

Estas tecnologías conducen a un cambio de paradigmas en las formas y métodos de presentar, almacenar y comunicar la información, así como también los conocimientos, ya que además de proveer un sustento para los métodos tradicionales de enseñanza se configuran como verdaderos laboratorios de experimentación e interacción entre generadores y usuarios del conocimiento” (Serrano-Cobos, J. 2016).

Con estas nuevas posibilidades de la IA en el campos social y educativo, es importante destacar temáticas que puedan ser importantes en la incorporación de ello en las áreas disciplinares y los ejes temáticos de la carrera.

Uno de los énfasis que se está tomando en cuenta es el de agentes inteligentes o agentes móviles inteligentes, que es una nueva tendencia que podría aportar nuevas temáticas a comprender y conocer en los próximos diez años.

Esto podría guiar a muchas científicos y académicos de la ingeniería de sistemas a hablar de un nuevo paradigma en la forma de analizar y crear los sistemas y sus interrelaciones comunes.

En la última década, proveniente de la IAD (inteligencia artificial distribuida) (Ovalle, D. A., & Jiménez, J. A., 2006) y de los SMA (sistemas multiagente) (Sycara, 1998; Wooldridge, 2009), ha surgido un nuevo modelo de programación basado en agentes móviles inteligentes (Tynan et al, 2005), que son procesos capaces de moverse a través de una red informática (Zhou y Gao, 2010), ya sea una red de área local o una red de área amplia, migrando o clonando su código y estado de una máquina a otra.

De esta forma, los agentes móviles interactúan con dispositivos externos, procesan y recopilan información, para luego volver a su origen con los datos obtenidos. Los agentes móviles han tenido gran aceptación gracias a su característica de movilidad, ya que se ha probado que es mucho más eficiente que un agente se traslade hasta una ubicación remota, haga una búsqueda, filtre, procese la información y regrese con los resultados al punto origen, que, por el contrario, migrar la información sin realizar ningún tipo de procesamiento, lo cual implica costos de comunicación, consumo de memoria, procesamiento local, entre otros (Russell y Norving, 2003).

- **Evaluar el desempeño de los sistemas expertos**

El problema crítico se encuentra en la construcción del algoritmo que permite extraer nuevo conocimiento. El sistema experto razona con conocimiento de alto nivel, pero generalmente opera con datos de muy bajo nivel, a menudo con poca o ninguna estructura. Es por esto, que se hace necesario la incorporación de otras tecnologías afines:

- **Aprendizaje Automático**

Estudia la construcción de algoritmos que pueden extraer conocimiento a partir de conjuntos de datos. El resultado de un algoritmo de Aprendizaje Automático va a ser un modelo que explica las regularidades existentes en los datos.

- **Global Software Engineering (GSE)**

Se ha convertido en la forma predominante de desarrollo de software para empresas globales y ha dado lugar a una demanda de estudiantes capacitados en GSE. En respuesta, las universidades están desarrollando cursos y planes de estudio en torno a GSE y los investigadores han comenzado a difundir los estudios de estos nuevos enfoques.

El GSE difiere de la mayoría de los otros campos de la informática, sin embargo, en esa práctica es inseparable de la teoría. Como resultado, los educadores que buscan crear cursos de GSE enfrentan una tarea desalentadora: integrar la práctica global en el aula local.

Los estudiantes deben ser capaces de utilizar una variedad de herramientas informáticas y de laboratorio para el análisis y el diseño de sistemas informáticos, incluidos los elementos de hardware y software.

En la práctica profesional los graduados deben comprender el contexto social en el que se practica la ingeniería, así como los efectos de los proyectos de ingeniería en la sociedad.

- **Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos, o más conocido por sus siglas en inglés KDD (Knowledge Discovery in Databases).**

Un paso en las metodologías implicaba la aplicación de técnicas que revelasen estructuras y relaciones entre los datos, fue llamado Minería de Datos. La Minería de Datos comparte una gran cantidad de técnicas con el Aprendizaje Automático, a tal forma que resulta difícil realizar una distinción clara entre ambas.

- **Big Data**

El concepto ha sido ampliamente aceptado y revisado con posterioridad. Conocida como las “3Vs”, hace referencia a las características de volumen, velocidad y variedad.

Han surgido nuevos conceptos de aplicación que hacen un uso masivo de datos no estructurados; “Smart Cities”, “Internet de las cosas”, “Smart Health”, “Industria 4.0”, son solo algunos ejemplos. Las grandes corporaciones internacionales anuncian aplicaciones y servicios basados en “Big Data”.

- **Modelos cuánticos de computación**

El diseño de algoritmos cuánticos requiere una estrategia distinta de la que generalmente se utiliza para algoritmos clásicos. Estos se plantean como una secuencia de cambios locales que realizan los cálculos deseados. Clásicamente estos cambios locales se corresponden con operaciones básicas del modelo de computación (García-López, J., & Mazarío, F. G. 2007).

Benioff, Deutsch y Feynman, fundamentando sus propuestas sobre la posibilidad de que los sistemas cuánticos tengan mayor potencia de cálculo que los clásicos. El argumento que todos utilizan para apuntar esta posibilidad es el hecho de que la simulación de un ordenador cuántico (sistema cuántico) en un ordenador clásico requiere una gran cantidad de operaciones.

El principal método para aumentar la capacidad de cálculo de un ordenador clásico es el procesamiento en paralelo. Los ordenadores que soportan este esquema de programación disponen de varios cientos o miles de procesadores.



Sabemos que la capacidad de almacenamiento de información y la capacidad de cálculo de un ordenador son proporcionales al número de celdas de memoria y al número de procesadores respectivamente, es decir, al tamaño del ordenador.

Entonces la capacidad de un ordenador clásico (de almacenamiento y de cálculo) crece linealmente con respecto a su tamaño. En un ordenador cuántico la situación cambia por completo, hasta el punto de que su capacidad crece exponencialmente con respecto a su tamaño.

Este hecho, estrechamente relacionado con el principio de superposición de la Mecánica Cuántica, se denomina paralelismo cuántico. Llamamos qubits o bits cuánticos a los sistemas cuánticos elementales, es decir, a los sistemas cuánticos de dos estados.

Esto permite codificar una cantidad exponencial de información en el estado de un sistema cuántico de  $N$  qubits. Además, cualquier transformación del estado del sistema se traduce en la modificación simultánea de toda la información almacenada.

En definitiva, la capacidad de un ordenador cuántico (tanto de almacenamiento como de cálculo) crece exponencialmente con respecto a su tamaño, lo que cambia la concepción del sistema o de la modelación del sistema informático.

Por ello, es necesario contar con el análisis detallado de las perspectivas académicas y profesionales en cuanto al uso de algoritmos cuánticos que pueden cambiar el paradigma clásico de relaciones en la teoría de los sistemas informáticos.

## **Conclusiones**

Este enfoque prospectivo o de escenarios tendenciales ayuda a revisar varios de los contenidos vigentes de los programas de cursos que tienen que ver con las áreas de conocimiento que actualmente tiene la carrera.

Es notorio que el gobierno de la República ha apostado a la tecnología computacional como una herramienta importante que ayude al mejoramiento de los servicios, haciéndolos más eficaces y eficientes. Siendo así, la demanda de profesionales en el área de los sistemas computacionales no va a disminuir en los próximos años, aunque si se deben crear especializaciones importantes.

De los cuatro escenarios propuestos, la economía digital y la sociedad de la información ya están contenidas, en cierta medida, en las propuestas curriculares actuales. Sin embargo, la tecnología verde y la inteligencia artificial están bastante distanciadas de la actual oferta académica de las universidades.

Esto obliga a una actualización curricular que considere las temáticas emergentes, por medio de una discusión interna en la carrera. Para la actualización de las líneas temáticas académicas, se deben considerar los aspectos relevantes del mercado laboral y las competencias o habilidades profesionales requeridas en la actualidad.

Desde el proceso de autoevaluación ha sido importante reconocer que los aspectos que requieren importancia y discusión son el Estado del Arte y su actualización de ejes conceptuales, para mejorar los contenidos de los planes curriculares del bachillerato y la licenciatura.

Una de las temáticas que se han analizado como base de los nuevos cambios curriculares es la Inteligencia artificial y sus diferentes versiones de agentes inteligentes que están analizándose en el circuito académico y que son parte de las nuevas formas de abordar la Ingeniería de Sistemas.

Por ello, en muchas aplicaciones concretas, los sistemas artificiales o de inteligencia artificial pueden llegar a presentar un rendimiento notablemente mejor que el del propio cerebro humano, en un mundo moderno que requieran gestionar grandes cantidades de datos o que exijan una rápida ejecución de cálculos matemáticos.

## Bibliografía

- Ardis, M. A., Budgen, D., Hislop, G. W., Offutt, J., Sebern, M. J., & Visser, W. (2015). SE 2014: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering. *IEEE Computer*, 48(11), 106-109.
- Benítez, R. et al. (2013). *Inteligencia artificial avanzada*. Recuperado de: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecauacasp/detail.action?docID=3217957>
- Carrillo-Landazábal, M. S., Pons-Murguía, R., & del Pino, E. V. G. (2010). Orientación del Enfoque de Calidad en Instituciones de Educación Superior: Una Necesidad en Ingeniería. *Latin American & Caribbean Journal of Engineering Education*, 4(1), 1-7. Recuperado de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=egs&AN=71534639&lang=es&site=ehost-live>.
- Jaramillo, C. M. Z., Giraldo, G. L., & Giraldo, G. A. U. (2010). Las Ontologías en La Ingeniería De Software: Un Acercamiento De Dos Grandes Áreas Del Conocimiento. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 9(16), 91-99. Recuperado de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=egs&AN=52650389&lang=es&site=ehost-live>
- Martínez, A. N. (2015). Implicancias de las tecnologías informáticas en el ambiente y nuevas tendencias en el desarrollo de la informática verde como aporte al desarrollo sustentable. *Actualidad Jurídica Ambiental*, (50), 8-36. Recuperado de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=8gh&AN=111560104&lang=es&site=ehost-live>.
- Lahoz-Beltrá, R. (2004). Bioinformática: simulación, vida artificial e inteligencia artificial. Recuperado de: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecauacasp/detail.action?docID=3196980>.

- Ovalle, D. A., & Jiménez, J. A. (2006). Ambiente inteligente distribuido de aprendizaje: integración de ITS y CSCL por medio de agentes pedagógicos. *Revista EIA*, (6), 89–104. Recuperado de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=32930369&lang=es&site=ehost-live>.
- Russell, S. J., and Norving, P. (2003). *Artificial intelligence: a modern approach*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Vicari, R.; Ovalle, D. y Jiménez, J. (2005). ALLEGRO: Ambiente multi-agente de apoyo a la enseñanza/aprendizaje utilizando planificación instruccional y razonamiento basado en casos (CBR). En: Memorias del XIII Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación. 31st Latin-American Conference on Informatics –CLEI–, Cali.
- Zapata, C. M., & Vargas, F. A. (2009). Una revisión de la literatura en consistencia entre problemas y objetivos en ingeniería de software y gerencia organizacional. *Revista EIA*, (11), 117–129. Recuperado de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=45266805&lang=es&site=ehost-live>.