



Cómputo paralelo: una alternativa de especialización en los Institutos Tecnológicos Federales de México

CÓMPUTO PARALELO
Especialización *Cómputo*
Especialización
Paralelo *Especialización*
CÓMPUTO PARALELO
Especialización *Especialización*

Mónica Macías Pérez[≡]
Georgina Flores
Becerra*

≡Licenciada en Ciencias de la Computación. Estudiante de la Maestría en Ingeniería en TI. Técnico académico y administrador de los servidores web, correo y red de la FCFM de la BUAP.

+ Doctora en Informática por la Universidad Politécnica de Valencia. Profesora en el Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Puebla.



Sumario: 1. Resumen; 2. Introducción; 3. Cómputo paralelo; 4. Cómputo paralelo en los Institutos Tecnológicos Federales; 4.1 Situación actual; 4.2 Propuesta de enseñanza y Especialización; 4.3 Docentes; 5. Conclusión; 6. Fuentes de consulta.

1. RESUMEN

El cómputo paralelo no es una disciplina nueva pero su auge actual se debe a la necesidad por manipular y analizar complejos volúmenes de datos en problemas que requieren respuestas rápidas, confiables y en tiempo real aunado a los acelerados avances en tecnología. Por ello, distintas empresas, industria y centros de ciencia y tecnología requieren de profesionistas o especialistas en cómputo paralelo, convirtiéndose esto en una oportunidad de enseñanza desde la academia. Así, en este artículo se analiza la importancia del cómputo paralelo a nivel educativo y productivo, y se propone la inclusión formal de dicha disciplina en los planes de estudio de la oferta académica referente a computación y/o especialización en los Institutos Tecnológicos Federales de México, donde actualmente no es considerada.

PALABRAS CLAVES: cómputo paralelo, Institutos Tecnológicos, interdisciplinariedad, especialización.

ABSTRACT

The parallel computing is not a new discipline but his current boom is due to the need to manipulate and analyze complex data sets in problems that require quick responses, reliable and real-time coupled with rapid advances in technology. Therefore, different companies, industry and science and technology centers require professionals or specialists in parallel computing,

turning this into a teaching opportunity from the academy. So, this article discusses the importance of parallel computing and productive educational level, and proposes the formal inclusion of the discipline in the curricula of academic offerings concerning computation and/or specialization in the Mexico Federal Institutes of Technology, which is not currently considered.

KEY WORDS: parallel computing, Technological Institutes, interdisciplinarity, specialization.

2. INTRODUCCION

La sociedad actual está caracterizada por la globalización, el acelerado avance de la tecnología y la enorme cantidad de datos que se intercambian, se filtran y se analizan para convertirse en información de valor que genera conocimiento a distintos niveles. Esto ha provocado un cambio en la economía de los países para adoptar estrategias de competitividad en lo nacional e internacional, originando a su vez, mercados emergentes con gran repercusión económica. Dichas estrategias han involucrado una sinergia entre la academia, la empresa y el gobierno. Cada uno de ellos ha sido pieza clave para el desarrollo y ejecución precisa de las tácticas que se enfocan en la innovación tecnológica y científica, en la solución de problemas reales que enfrenta la industria o sociedad, así como, en la formación de profesionistas ad hoc.

Específicamente, en el área computacional existen diferentes perfiles o especializaciones que se requieren en los países para cubrir cuestiones como: seguridad en redes, arquitectura de software, calidad, servicios en la nube, outsourcing o tercerización, toma de decisiones estratégicas, etc., mismos que en el caso particular de México,



concretamente en los Institutos Tecnológicos Federales, se han analizado para agregarse en los planes de estudio asignaturas o temas que cubran algunas de esas necesidades, sin embargo, un campo que no ha sido considerado de manera minuciosa y formal es la de los sistemas paralelos de alto desempeño.

Los sistemas paralelos se han convertido en una necesidad por manipular y analizar complejos volúmenes de datos, conocidos como Big Datas, en forma rápida y confiable. También son necesidad por el hecho de la aparición y fuerza que han alcanzado las arquitecturas multiprocesamiento, como procesadores multinúcleo o unidades de procesamiento gráficas, las cuales permiten la generación de código paralelo real y no simulado como solía hacerse con los equipos de un solo procesador.

En la actualidad, distintas empresas, industria y centros de ciencia y tecnología requieren de profesionistas o especialistas en cómputo paralelo, convirtiéndose en una oportunidad de incursionar en un nuevo mercado desde la academia.

Por lo anterior, en las siguientes secciones se analiza la importancia del cómputo paralelo a nivel educativo y productivo, y se propone la inclusión formal de dicha disciplina en los planes de estudio de la oferta académica referente a computación y/o especialización en los Institutos Tecnológicos Federales de México.

3. CÓMPUTO PARALELO

Se puede decir a grandes rasgos que, el procesamiento paralelo permite resolver problemas mediante la cooperación de múltiples procesadores para dividir y distribuir equitativamente el trabajo en pequeñas tareas individuales, de forma simultánea (Moriello, 2001). Esta breve descripción lleva, por cierto, a la fascinante analogía del funcionamiento del cerebro, que distribuye las tareas de procesamiento a través de las neuronas: "... se creía que los hemisferios cerebrales tenían zonas exclusivas de funcionamiento [...] se ha demostrado que, si bien cada uno de ellos realiza distintas funciones, el cerebro actúa de manera semejante a una orquesta sinfónica haciendo interactuar varias áreas entre sí, así que, cuando un área del cerebro se daña, otra puede llegar a reemplazar parcialmente sus funciones" (González, 2009: 195).

Tal comparación permite observar la complejidad del procesamiento paralelo y los posibles problemas derivados de su funcionamiento. Esto es, se presentan dificultades relacionadas con: la repartición proporcional de las tareas entre los procesadores (conocido como balanceo de carga), las dependencias con código que no es posible paralelizar, la comunicación adecuada entre procesos (llamada sincronización), la escalabilidad, el mantenimiento de las aplicaciones paralelas, la adecuación de algoritmos ya implementados, los entornos de programación, etc. Todo esto muestra que los sistemas paralelos deben ser abarcados desde los contextos del hardware y del software en forma relacionada.

Ahora bien, desde el punto de vista del hardware han ido apareciendo distintos modelos de arquitectura como: clusters (grupos de nodos o computadoras que se comunican a través de una interfaz



de red), supercomputadoras (computadoras con elevadas capacidades de cálculo, memoria, almacenamiento y comunicaciones con las que no cuenta una pc de escritorio), sistemas distribuidos, procesadores multinúcleo desarrollados por compañías como Intel, AMD, SUN, etc., o unidades de procesamiento gráfico (GPUs, por sus siglas en inglés) impulsados por las compañías NVIDIA o AMD. Dichas arquitecturas obligan a diseñar software específico, pero a su vez, algoritmos paralelos que no dependan del número de computadoras o del número de núcleos, pues estos valores son variables. Asimismo requieren de aplicaciones que aprovechen al máximo las cualidades de cada modelo, logrando pasar la pared de productividad.

En el área de software, además de lo planteado en el párrafo anterior, es necesario desarrollar nuevas herramientas de programación, portar algoritmos existentes a nuevas arquitecturas, usar modelos de evaluación (benchmarks) para conocer la eficiencia, efectividad y rendimiento de un sistema paralelo general, así como corroborar la confiabilidad de los resultados (Asanovic, 2006).

Por otra parte, el cómputo paralelo está siendo utilizado para el desarrollo de aplicaciones y estudio de problemas que manejan grandes cantidades de datos o trabajan en tiempo real. Problemas que por su naturaleza son complejos y requieren resultados en periodos breves de tiempo con gran precisión. Por ejemplo es empleado en: los modelos predictivos para la meteorología, el control de calidad de procesos industriales, la inteligencia artificial para la comprensión del habla, el análisis de imágenes médicas para diagnósticos precisos, las telecomunicaciones, negocios, entre otras (NVIDIA, 2013). Por tanto, estos

campos abren líneas de investigación que pueden ser tratadas desde las instituciones educativas superiores.

Un ejemplo aplicativo en México es el Laboratorio Nacional de Cómputo de Alto Desempeño (LANCAD) creado por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y la Universidad Autónoma de México (UNAM) para ayudar a la comunidad científica del país y otras dependencias gubernamentales a analizar y resolver problemas en temas como el cambio climático, la seguridad, el tráfico, la salud y a impulsar la educación abierta y a distancia (UNAM, 2012). También en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) las aplicaciones de la programación paralela son sobre rayos cósmicos, modelación, aplicaciones aeroespaciales, análisis masivos de datos, topografías en el fondo del mar y tumores cancerígenos (Luna, 2011). Igualmente el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) en su departamento de sistemas informáticos cuenta con la capacidad tecnológica para diseñar y construir programas para proceso en paralelo, teniendo en cuenta que la misión de esta institución es “Coadyuvar, al logro de una economía nacional competitiva y generadora de empleos, a la sustentabilidad del ambiente y a la seguridad energética, mediante investigación y desarrollo de excelencia en ciencia y tecnología nucleares.” (ININ, 2013).

En resumen, el cómputo paralelo es una actividad compleja que requiere mayor atención en el área académica para ser transmitida correctamente a los futuros profesionistas involucrados en el área computacional, como una gran posibilidad de crecimiento intelectual y económico, así como a ser



considerada como una disciplina de mayor demanda en el mercado actual.

Computacionales, seguida de la Ingeniería en TICs.

4. CÓMPUTO PARALELO EN LOS INSTITUTOS TECNOLÓGICOS FEDERALES

4.1 SITUACIÓN ACTUAL

El Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (SNIT) ha integrado hasta la fecha 125 Institutos Tecnológicos federales a lo largo de la República Mexicana, ofertando las siguientes carreras en el ámbito computacional (SNIT, 2012):

Licenciatura en Informática (en liquidación los planes 2004-2007)

Ingeniería en Informática

Ingeniería en Sistemas Computacionales

Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs)

Ingeniería en Animación Digital y Efectos Visuales (de recién apertura en 2012).

De los 127 Institutos Tecnológicos Federales (ITF), sólo 14 no proponen ninguna de las carreras listadas, debido a las actividades productivas de cada región y su ubicación geográfica. De los 113 institutos restantes, en 34 se oferta la Licenciatura en Informática en proceso de liquidación. 34 institutos ofertan la Ingeniería en Informática, 77 la Ingeniería en Sistemas Computacionales, 40 la Ingeniería en TICs y sólo 1 instituto ofrece la Ingeniería en Animación Digital y Efectos Visuales por ser de reciente formación. Como se puede apreciar, la carrera que más se oferta es la de Ingeniería en Sistemas

Con esta información se hizo la revisión de los planes de estudio de cada ingeniería para localizar áreas de cómputo paralelo, sin tomar en cuenta a la Licenciatura en Informática por estar en proceso de liquidación, ni a la ingeniería en Animación Digital y Efectos Visuales, pues aunque se tiene acceso a la retícula proporcionada por la DGEST (Dirección General de Educación Superior Tecnológica), no se tiene conocimiento de cada tema abordado en las asignaturas. Aunque cabe mencionar que, de las materias que conforman la retícula de dicha asignatura, ninguna se ve relacionada con cómputo paralelo.





Tabla 1. Temas tratados en asignaturas referentes a cómputo paralelo en ingenierías de los Institutos Tecnológicos Federales.

Fuente: elaboración propia.

Materia	Ing. en Informática	Ing. en Sist. Comp.	Ing. en TIC's
Arquitectura de computadoras	Unidad 1. El microprocesador Referente al paralelismo: -Arquitecturas multinúcleo -Multiprocesamiento (multihilos) en multinúcleo	Unidad 4. Procesamiento paralelo -Aspectos básicos -Tipos de computación paralela -Sistemas de memoria compartida -Sistemas de memoria distribuida -Casos de estudio	Unidad 1. Modelo de arquitectura de cómputo - Modelos de arquitecturas de cómputo: clásicas, segmentadas, de multiprocesamiento
Programación ambiente cliente/servidor	Existen diversos temas relacionados con computación distribuida		
Tópicos avanzados de programación		Unidad 3. Programación concurrente -Concepto de hilo -Comparación de un programa de flujo único con uno de flujo múltiple -Creación y control de hilos -Sincronización de hilos	
Bases de datos distribuidas			Unidad 1. Fundamentos de B.D. distribuidas Unidad 2. Diseño de B.D. distribuidas Unidad 3. Procesamiento de consultas distribuidas Unidad 4. Manejo de transacciones



Así, se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 1. Como puede apreciarse, las 3 ingenierías tratan, por lo menos una vez, algún tema relacionado con el cómputo paralelo. Sólo la ingeniería en Sistemas Computacionales dedica una unidad al procesamiento paralelo de forma explícita dentro de la asignatura denominada: Arquitectura de computadoras. De aquí, se pueden resaltar tres puntos. Primero, no existe una materia de cómputo paralelo como tal, sino que, es un tema dentro de otra asignatura. Segundo, aunque el tema se considera en una unidad completa, la materia dentro de la que se encuentra consta de 4 unidades, es decir, el tiempo que se le otorga al tema es realmente corto. Tercero, los puntos que son tratados en la unidad son apenas una pequeña parte de lo que involucra el cómputo paralelo, como se mencionó en la sección anterior.

En concreto, el cómputo paralelo no es considerado fundamental en los ITF del SNIT.

4.2 PROPUESTA DE ENSEÑANZA Y ESPECIALIZACIÓN

Para estimar el cómputo paralelo en los ITF se identifica el siguiente esquema: 1) Estudio del entorno, 2) Replanteamiento de los planes de estudio, 3) Inversión y acondicionamiento de equipo, 4) Capacitación y colaboración.

Los planes de estudio de los ITF tanto de sus materias de tronco común como de sus módulos de especialidad, en principio, están fundamentados por las necesidades y estudios del entorno. Por ello, un primer punto a examinar para la enseñanza y/o especialización del cómputo paralelo en los ITF es un

replanteamiento de dicho estudio del entorno para detectar las necesidades de aplicar esa disciplina. Por ejemplo, como lo señaló el Dr. Monsiváis Velázquez, México obtiene 106 millones de dólares al año por ventas de petróleo, por lo tanto, la recuperación de hidrocarburos es fundamental para el desarrollo económico, sin embargo, la extracción representa riesgos de seguridad ambiental que pueden ser contrarrestados con modelos que predigan y describan cómo realizar exactamente la extracción sin ocasionar daños, usando para ello, técnicas de cómputo paralelo (Campus México, 2012). Es decir, dentro del área económica y ambiental existe un problema real que puede ser solventado por ingenieros y/o científicos especializados en cómputo paralelo.

Al igual que el caso anterior, como se trató en la sección 2, existen empresas a detectarse, quienes manejan grandes bases de datos para realizar búsquedas, analizar contenidos, obtener estadísticas como en bancos, redes sociales, etc. que requieren tiempos de respuesta menores a través del cómputo paralelo.

Un segundo punto a revisar, es el replanteamiento de los planes de estudio en las áreas a fin para incorporar las asignaturas pertinentes a la enseñanza del cómputo paralelo. En España se ha hecho una propuesta de enseñanza de la programación paralela debida a la difusión creciente de los sistemas paralelos y la relevancia de su programación en los grados de ingeniería informática. Aunque se trate de una propuesta realizada en un país con diferentes características y necesidades en comparación con México, sirve de guía para resaltar los temas relevantes que deben ser analizados. Este estudio mostró la



organización tradicional de la enseñanza del cómputo paralelo en distintas universidades de dicho país y propone una nueva posibilidad de organización en los planes de estudio para instruir sobre el tema (Almeida et al., 2010). De manera resumida, los autores proponen no sólo contar con materias que traten el área de hardware, como se estila a través de la materia de arquitecturas paralelas, y de otras donde se menciona de forma básica el paralelismo; sino que, plantean incluir asignaturas específicas que traten con el análisis y diseño de algoritmos paralelos, temas donde existe mayor carencia de conocimiento y propuestas, no sólo en el caso particular de España, sino en otros países como México.

Si se desglosara minuciosamente todo lo necesario para la enseñanza del cómputo paralelo, se tendrían los siguientes tópicos:

- Introducción a la programación paralela
- Arquitecturas paralelas
- Análisis de algoritmos paralelos
- Patrones de diseño paralelos
- Técnicas de programación
- Entornos de programación paralela
- Herramientas de programación
- Lenguajes de programación
- Programación concurrente
- Programación en sistemas distribuidos
- Programación multinúcleo
- Aplicaciones reales de la programación paralela

Es claro que el material sería extenso para abarcarse en las carreras computacionales. Por ello, como expresan los autores, se podrían considerar materias que involucren lo más relevante tanto del hardware como del software. El énfasis se hace sobre el análisis y estudio detallado en la parte algorítmica. Pero también en no olvidar que el proceso de enseñanza de la programación paralela, como la

secuencial, debe ser gradual para alcanzar el dominio del tema y eliminar en parte la barrera de la complejidad, logrando habilidades con la capacidad de abstracción.

Por otro lado, pueden considerarse algunos temas como parte de materias optativas, dejando al alumno la oportunidad de elegir si continúa en el área paralela, una vez introducido y atraído por la disciplina desde las materias formativas.

También, con la separación de los temas arriba mencionados, se puede ver la importancia y necesidad de una especialidad en cómputo paralelo, donde ya podrían incluirse de manera específica los contenidos apropiados. Esto puede llevar a concluir que el cómputo paralelo se podría dejar entonces para los niveles de maestría o doctorado. Sin embargo, el alumno se enfrentaría, y de hecho se enfrenta, a mayores problemas cuando no cuenta con las bases sólidas de la disciplina desde su formación superior, pues necesita, al mismo tiempo, aprender sobre programación paralela, entender el problema que resolverá y plantear una posible solución, aunado al poco tiempo que duran los posgrados. Por último, no está de más mencionar que, cuando lo programas de estudio no son compatibles con la demanda de la industria se generan costos adicionales de capacitación y de inversión en tiempo por parte de las empresas.

Hablar de una especialidad en cómputo paralelo, incluyendo lo ya mencionado en la sección anterior, es afirmar una vinculación con la empresa y la industria con necesidades de computo masivo. Es necesario que los alumnos desarrollen en proyectos reales y con tecnologías que no sean obsoletas. Ciertamente es que, lo más importante es aprender los principios y bases más que una tecnología moderna que se



transforma constantemente, pero es más segura la inserción al campo laboral con estos antecedentes en el currículum de los estudiantes.

En otro contexto, es cierto que los recursos económicos en las instituciones, la mayoría de las veces, no son suficientes para contar con tecnología de punta. Pero es aquí donde interviene la correlación con el gobierno e iniciativas como, por mencionar una, el Fondo PROFOST, tal iniciativa del Programa para el Desarrollo de la Industria de Software “integra las acciones de política pública que se requieren ejecutar para poder aprovechar la capacidad del país como una plataforma para desarrollar servicios TI tanto para consumo interno como global” (García, 2011).

O bien, subsanar las limitaciones de infraestructura al aprovechar programas de colaboración, como el de la compañía NVIDIA con los Centros de Excelencia CUDA (CCOD, por sus siglas en inglés). Este programa promueve la participación con instituciones que les interesa la investigación en cómputo paralelo, de aquí que, se han establecido en México, CCODs dentro del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) campus México, Tecnológico de Monterrey, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Universidad de Guadalajara y Guanajuato, UNAM, así como en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica en Puebla (NVIDIA, 2011).

Cabe señalar que, discutir una especialidad en cómputo paralelo, abre la posibilidad de la interdisciplinariedad, ésta definida por Miramontes (2005) como: “el resultado de un proceso de sinergia que requiere el concurso de las partes y propicia la emergencia de cosas nuevas”. Puesto que es necesario conformar equipos de

distintas disciplinas, tales como las matemáticas con el uso de métodos numéricos y optimización; biológicas, de la salud, agropecuarias, etc. Equipos que pueden marcar la diferencia del compromiso y el conocimiento aplicado. No sólo se tendrán personas especializadas en el área, sino que, con una visión integral, pueden aplicar lo que conocen en un trabajo, con efectos positivos económicos y sociales.

La experiencia, la adquisición de conocimiento nuevo, el ser sensible a las necesidades de la sociedad y el estado de pertenencia y respeto hacia el entorno, pueden resultar en el desarrollo de herramientas tecnológicas que tengan beneficios múltiples, pueden llevar a crear estrategias adecuadas que justifiquen el desarrollo intelectual y no sólo la utilidad inmediata.

4.3 DOCENTES

Para incorporar el cómputo paralelo al plan de estudios es necesario contar con un cuerpo docente suficientemente variado y capacitado, tanto a nivel pedagógico como del conocimiento del área.

Los docentes deben despertar el interés en los estudiantes sobre el cómputo paralelo a través de esquemas y técnicas que permitan resolver problemas propios de la profesión, mostrando la relación entre lo teórico y lo práctico, mas no como material que muchas veces se ve como barrera en el progreso de la carrera.

Por otra parte, los docentes, la mayoría de las veces, están desconectados de la industria, por lo que es fundamental que participen en proyectos reales con la misma, proporcionando tiempos a los





docentes para llevar a cabo esta tarea que también sirve de experiencia enriquecedora para aportar a los alumnos. Puesto que existen variadas actividades que se tienen que cubrir dentro de las instituciones educativas, los docentes también son enrolados en distintas tareas que muchas veces los lleva a perder oportunidades de actualización, afectando la calidad de la enseñanza.

Con lo anterior expuesto, debe haber programas dentro de las instituciones educativas para que cada cierto tiempo, los docentes tengan la posibilidad de salir a la industria, renovarse y participar en un cambio real, acorde a lo que plantea el Modelo Educativo del siglo XXI fundamentado en Competencias Profesionales y en el que están basados los Institutos Tecnológicos Federales (DGEST, 2012).

Es menester sensibilizar para elevar la educación e investigación, además de entender que el proceso de enseñanza es cambiante en esta «modernidad líquida», como bautizó Zigmunt Bauman (2002) a la sociedad actual, donde todo se transforma constantemente. Por consiguiente se deben adoptar nuevas formas de llevar el curso del aprendizaje y motivación en áreas que intrínsecamente son complejas, como es el caso del cómputo paralelo.

Por último, es necesario hacer grupos de colaboración entre distintas instituciones para acceder y aprovechar la información y conocimiento generado en otros centros de investigación.

5. CONCLUSIÓN

El cómputo paralelo es una disciplina de gran auge en la actualidad y para el futuro inmediato, tanto en las prácticas productivas, ingenieriles como en las de investigación tecnológica y científica. Es cierto que la disciplina implica un mayor nivel de abstracción, por lo que su aprendizaje supone un desafío permanente tanto para el docente como para el alumno, pero a través de la metodología y herramientas apropiadas pueden lograrse grandes resultados.

Por ello, el cómputo paralelo debe ser considerado para formar parte de los planes de estudio de las carreras a fin, y/o como una especialización dentro de los Institutos Tecnológicos Federales, donde actualmente, no es contemplado. Sin olvidar la sinergia de las instituciones educativas con la industria, el gobierno y el beneficio a la sociedad.

6. FUENTES DE CONSULTA

Almeida, Francisco, Giménez, Domingo, Mantas, José Miguel y Vidal, Antonio. (Diciembre 2010). "Sobre la situación del paralelismo y la programación paralela en los Grados de Ingeniería Informática", en: ReVisión, 1(5), España, pp. 11-21.

Asanovic, Krite, Bodik, Ras, Catanzaro, Bryan Christopher, Gebis, Joseph James, Husbands, Parry, Keutzer, Kurt, Patterson, David A., Plishker, William Lester, Shalf, John, Williams, Samuel Webb & Yelick, Katherine A. (Diciembre, 2006). "The Landscape of parallel computing research: a view from Berkeley". (Technical Report No. UCB/EECS-2006-183). California:



University of California at Berkeley, Electrical Engineering and Computer Sciences.

Bauman, Zigmunt. (2002). *Modernidad líquida*. México: Fondo de Cultura Económica.

Campus México. (2012). "Cómputo paralelo, herramienta para la explotación eficiente de petróleo". Recuperado de: <http://campusmexico.mx/2012/05/25/computo-paralelo-herramienta-para-la-explotacion-eficiente-de-petroleo/>. Fecha de consulta: 8/12/2012.

SNIT. (2012). "Breve Historia de los Institutos Tecnológicos de México". Recuperado de <http://www.dgest.gob.mx/informacion/sistema-nacional-de-educacion-superior-tecnologica>. Fecha de consulta: 10/12/2012.

DGEST. (2012). *Modelo Educativo Para el Siglo XXI. Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales*. México.

García Romero, Claudia Ivette. (Agosto-Octubre, 2011). "El sector de TI en México. En búsqueda de proyectos" en: SG, *Software Guru*. 33(7), México, pp. 16-17.

González Garza, Ana María. (2009). *Educación holística – La pedagogía del siglo XXI –*. Barcelona: Editorial Kairós.

ININ. (2013). "Misión y visión del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares". Recuperado de: <http://www.inin.gob.mx/plantillas/acerca-deinin.cfm?clave=1>. Fecha de consulta: 07/01/13.

Luna García René. (2011). "Aplicaciones Científicas del HPC y HTPC". [Seminario departamental]. Recuperado de:

<http://www.cic.ipn.mx/posgrados/images/seminarios/b11/Material/HPCYHTPC.pdf>. Fecha de consulta: 8/12/12.

Moriello, Sergio A. (2001). *Inteligencias sintéticas: Un acercamiento al fascinante mundo de las máquinas inteligentes*. Buenos Aires: ALSINA.

NVIDIA. (2012). "What is GPU computing?". Recuperado de <http://nvidia.com>. Fecha de consulta: 11/12/12.

NVIDIA. (2013). "CUDA In Action-Research & Apps". Recuperado de <https://develo.per.nvidia.com/cuda-action-research-apps>. Fecha de consulta: 07/01/13.

UNAM. (2012). "Crearon Laboratorio Nacional de Cómputo de Alto Desempeño". Recuperado de: <http://www.tic.unam.mx/laboratorio-comp.html>. Fecha de consulta: 11/12/12.



