

Científicos del 2020 solo serán productivos si dominan la computación avanzada

(*) **Marcela Guzmán O.**
Vicerrectoría de Investigación y Extensión
Instituto Tecnológico de Costa Rica
maguzman@itcr.ac.cr

La *National Science Foundation* (NSF) de los Estados Unidos determinó que para el año 2020 será difícil que un investigador sea productivo si no domina las herramientas de la computación avanzada. Tal conclusión llevó a esa organización gubernamental a crear una nueva división denominada *Advanced Cyberinfrastructure*, con el fin de fomentar la generación de capacidades en esta área (<http://www.nsf.gov/div/index.jsp?div=ACI>).

La ciberinfraestructura consiste en computación de alto rendimiento (*Computational Science*) aplicada a la investigación científica, especialmente en lo que tiene que ver con simulación y análisis de datos en las áreas de biología, física, geología y materiales, pero no exclusivamente.

Según expresa José Castro Mora, Ph.D., investigador y profesor de la Escuela de Ingeniería en Computación del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), en esta universidad se hizo el primer intento de aplicar la computación de alto rendimiento desde el año 2006. Luego de realizar estudios doctorales en el área de redes neurales en la *University of Central Florida* (UCF), regresó al país a hacer “proselitismo” para motivar la investigación utilizando la computación de alto rendimiento.

Explica que el concepto de “Computational Science” es diferente al de ciencias de la computación, más conocido, y se refiere al estudio científico de cualquier área utilizando la

¹ Según Wikipedia, un *cluster* de computadores son conjuntos o conglomerados de computadoras construidos mediante la utilización de hardwares comunes y que se comportan como si fuesen una única computadora.



El Ph.D. José Castro Mora ha liderado en el TEC los estudios sobre computación avanzada.

computación. Para ello se necesita de equipo computacional de alto rendimiento que trabaje en forma de “clusters”⁽¹⁾ para aumentar su capacidad.

Considera que ese interés se vino a cristalizar en el año 2010 con la creación en el TEC del programa de investigación *eScience*, que aglutina a investigadores de distintas áreas de la institución y cuya herramienta común es la computación de alto rendimiento.

Para el Dr. Castro, el equipamiento en este campo es muy importante, pero también lo es la formación de recursos humanos calificados. Ya desde 1995 Costa Rica tenía un convenio con la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) para el uso de las capacidades de supercomputación de esa entidad, pero entonces aún no había personal calificado en el país que pudiera utilizar los recursos. Tampoco se disponía del equipo adecuado y de alguna forma el convenio se desaprovechó.

Ceniza del Irazú

El investigador sostiene que para desenvolverse adecuadamente en este campo es fundamental el trabajo en equipo interdisciplinario. Pone como ejemplo el proyecto que él coordinó a partir del 2006, utilizando como base los datos que existían de las erupciones de ceniza del volcán Irazú de los años 1963 a 1965. El objetivo del proyecto era poder predecir el comportamiento del volcán en diferentes escenarios, mediante la simulación.

Los datos estaban dispersos y mucha información se perdió o se dañó, pero el investigador hizo una evaluación cualitativa y los resultados coincidieron con lo que efectivamente sucedió. El proyecto demostró que la aplicación de la computación de alto rendimiento era válida y dio origen a un modelo de simulación.

Sin embargo, de esa primera etapa no se originó ningún trabajo científico publicable porque no había un equipo de investigación debidamente conformado. Más tarde se incorporaron investigadores de otras áreas que hicieron posible validar el modelo.

Los resultados obtenidos del proyecto Ceniza Irazú permitieron aplicar el modelo a otros 52 posibles escenarios. Para ello, a cada caso asociado a la actividad del volcán, y a los vientos, se les asignó una probabilidad.

Esto permitió construir un mapa general de amenaza que indica cuáles zonas serían eventualmente más afectadas en el largo plazo, o cuáles son las zonas de alto riesgo que deberían pasar a formar parte del parque nacional que alberga al Irazú.

El Dr. Castro indica que para lograr estos resultados se “corrieron” inicialmente 217 mil simulaciones en *clusters* localizados en Australia. Esto porque el equipo computacional para estos fines es sumamente costoso y hay que buscar colaboradores.

En la segunda fase del proyecto Ceniza Irazú participaron, además de José Castro, Santiago Núñez, de la Escuela de Computación;

Super cómputo paralelo

Mauricio Monge Agüero (*)
mmonge@itcr.ac.cr

Cuando el Dr. José Castro Mora regresó a Costa Rica en el año 2004, recién graduado de su doctorado, había desarrollado una pasión por las aplicaciones de súper cómputo paralelo y deseaba su implementación en el país. Escoge entonces aprovechar su conocimiento para analizar una de las mayores preocupaciones de los cartagineses: un eventual desastre ocasionado por la actividad del volcán Irazú.

Así, inicia planteando el proyecto de investigación “Evaluación de riesgo de ceniza (tefra) y de deslizamiento de lodo por erupciones del volcán Irazú”. Esto lo hace entre los años 2005 y 2006, mediante simulación numérica, en un *cluster* de computadores Beowulf. El financiamiento lo recibe de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE) del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC).

Este proyecto contó también con la participación de los investigadores Bruno Chiné, de la Escuela de Ciencia e Ingeniería de Materiales, y José Helo Guzmán, de la Escuela de Ingeniería en Computación. Tuvo un aporte financiero privado de Florida Ice & Farm y de Microsoft.

Posteriormente, el Dr. Castro plantea la segunda parte del proyecto Ceniza Irazú (2011-2012), que contó con presupuesto del Consejo Nacional de Rectores (CONARE). Participaron entonces el Ing. Santiago Núñez, del TEC, y otros investigadores.

eScience

Para implementar el primer *cluster* de computadoras, la compañía Intel donó al TEC 16 procesadores. Así, al estar operando este primer *cluster* institucional, el investigador José Castro busca nuevas aplicaciones que correr en este equipo.

Dado que el cómputo es una herramienta transversal a muchas disciplinas, la iniciativa de investigar en super cómputo paralelo se convierte en el primer programa de investigación interdisciplinario promovido por la VIE y nace así el programa *eScience*.

Una vez concluido administrativamente el proyecto Ceniza Irazú, el programa sigue enriqueciéndose con la participación de nuevos integrantes de distintas áreas, quienes también plantean interesantes proyectos de investigación, los cuales son posibles por la existencia de la plataforma del clúster paralelo común. Así, se pueden mencionar proyectos como eBridge, eFlora y eReal.

El proyecto Ceniza Irazú se ha visto beneficiado del trabajo en equipo promovido por la integración del grupo de investigación *eScience*, donde los investigadores tienen la oportunidad de comentar y participar de las necesidades e inquietudes de sus colegas, aunque no tengan una participación formal en el proyecto propiamente. Así por ejemplo, el Dr. Franklin Hernández y el M.Sc. Johan Carvajal, han hecho importantes contribuciones.

Claro está que por la existencia de esta herramienta, que es tanto de procesamiento como de programación, es posible obtener datos que deben ser interpretados, en este caso por geólogos y vulcanólogos, quienes pueden de manera calificada dar un pronóstico de riesgo en minutos, situación de suma importancia que no sería posible sin el desarrollo de esta potente herramienta.

Se pone así al servicio de la sociedad costarricense una aplicación tecnológica desarrollada en el Instituto Tecnológico de Costa Rica para beneficio común, lo que constituye también un ejemplo de cómo se invierten los fondos públicos en investigaciones tecnológicas que luego salvarán vidas.

(*) Mauricio Monge Agüero es administrador de empresas y tiene una maestría en computación, ambos del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Actualmente es candidato a doctor en economía y gestión de empresas de la Universidad Politécnica de Cartagena, España. Trabaja como gestor de proyectos de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC y tuvo a su cargo el seguimiento del proyecto Ceniza Irazú en los años 2005 y 2006.

Franklin Hernández-Castro, de la Escuela de Diseño Industrial; y José Brenes de la Escuela de Física. De la Universidad Nacional fueron parte del grupo de investigación, Gustavo Barrantes, de la Escuela de Geografía; y Eduardo Malavassi del OVSICORI.

También han trabajado en los proyectos 10 estudiantes asistentes, quienes los han enriquecido y han colaborado en la instalación y configuración de equipos, así como en la prueba de software y el mantenimiento.

Para el desarrollo del estudio el grupo contó con financiamiento de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC y posteriormente dispuso también de fondos del Consejo Nacional de Rectores (CONARE).

Esta investigación dio origen al artículo “Simulación de caída de ceniza del Volcán Irazú aplicando el programa TEPHRA modificado”, que se publicó en la revista Geo UERJ correspondiente al primer semestre del 2013 (ver <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/issue/view/520>)

eScience

Al crearse el programa de investigación e Science en el TEC, se unieron a Castro los investigadores doctores Franklin Hernández y Jorge Monge, quienes comenzaron a fortalecer el grupo y el uso de la *Computational Science* en distintos campos.

Junto con otros investigadores más que se integraron al programa, visitaron el *California Institute for Telecommunications and Information Technology*, conocido como Calit2, en Estados Unidos, donde se entrenaron en el trabajo de visualización y simuladores y se relacionaron con grupos de investigación de muy alto nivel.

También pudieron valorar la importancia de la interfaz entre máquinas, tanto para la comunicación con la gente común, como entre científicos, según las necesidades. Esto requiere de profesionales en diseño.

En este sentido, el diseñador industrial Franklin Hernández explica que los desarrolladores por lo general diseñan interfaces muy particulares, específicas y poco comunes. El resultado es, dice Hernández, “como preguntarle a un bioquímico por qué es buena la aspirina”.

Pero en una interface, lo mismo si es para un nicho específico (como los científicos de un área determinada) que si es para el público en



general, el éxito depende de que la gente que la usa la entienda. Y vuelve al ejemplo: “yo no necesito entender cómo funciona la aspirina, lo que quiero es que me quite el dolor”. Hernández dice que para el usuario, la interface es el software: para el 99,99 por ciento de las personas que usan *Excel*, este es la pantalla con iconos y celdas. Para los desarrolladores, en cambio, *Excel* es una serie de rutinas que permiten hacer cálculos, los algoritmos que permiten su despliegue, así como imprimir, guardar, etc. La visión es correcta, pero no es útil como interface.

En eso consiste la importancia que tiene el diseño en el desarrollo de una interface: si el usuario no la entiende, no tendrá éxito; por eso hay que hacerla accesible.

El grupo eScience, que actualmente coordina el ingeniero Johan Carvajal, de la Escuela de Ingeniería Electrónica, también ha establecido una importante relación académica con el *National Center for Supercomputing Applications* (NCSA), un centro de investigación de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, cuyos investigadores trabajan en el área de la ciencia computacional (ver: <http://www.ncsa.illinois.edu/>).

Fue en el NCSA donde, en 1993, desarrollaron el *Mosaic*, primer navegador gráfico disponible para visualizar páginas web y el primer navegador gráfico para Microsoft Windows (ver: <http://es.wikipedia.org/wiki/Mosaic>).

El Dr. Castro señala que han recibido mucho apoyo de ese centro para crear colaboraciones estratégicas; varios de sus investigadores visitaron en Costa Rica el Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT), adscrito a CONARE, para tratar de establecer proyectos conjuntos. Además, actualmente los investigadores de eScience forman parte del programa *International Affiliates* del NCSA y

un profesor del TEC, Esteban Meneses, está estudiando su doctorado allá como parte de la relación establecida.

Próximos pasos

José Castro está convencido de que aún falta más capacitación en Costa Rica en el campo de la computación de alto rendimiento. Considera necesario crear en el TEC, en el plazo de dos o tres años, un doctorado en ciencias computacionales con un enfoque muy tecnológico, interdisciplinario, de aplicación de la computación a la ciencia. El énfasis estaría en la modelación y técnicas computacionales de alto rendimiento, lo mismo que en programación y en la parte científica.

De momento, y a pesar de que el equipo es sumamente costoso, hay que tener un mínimo que permita a los investigadores familiarizarse con el uso.

Por su parte, eScience se ha enfocado fuertemente en el área de la visualización y el equipo con que cuenta el TEC en este momento es “de primera línea”. Castro considera que la institución está al mismo nivel que otros países desarrollados.

Finalmente, señala que la institución tiene una muy buena Escuela de Diseño y personal capacitado que garantizan el avance institucional en este campo. ■

(*) Marcela Guzmán Ovarés es comunicadora en la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Es la editora de la revista *investiga.TEC*. Tiene títulos de bachillerato y licenciatura en ciencias de la comunicación colectiva, así como una maestría académica en comunicación, todos de la Universidad de Costa Rica. Se ha especializado en la comunicación pública de la ciencia y es miembro de la Red de Comunicación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (RedCyTec) de Costa Rica.