

- Divulgación de la ciencia será prioridad para nuevo Ministro de Ciencia y Tecnología. Pág. 3
- ¿Por qué el país debe invertir en investigación, desarrollo e innovación? Pág. 4
- “Egresados del TEC deben crear las nuevas empresas de alta tecnología del país”. Pág. 6
- Introducción a la química verde en la universidades. Pág. 8
- Proteger el ambiente con alegría y creatividad. Pág. 10
- Secadoras solares de madera aserrada. Pág. 12
- Diagnóstico metrológico apoya el desarrollo de la investigación en el TEC. Pág. 14
- ¿Qué es un programa de investigación de nivel mundial? Pág. 16
- “Cada vez que se logra crear un nuevo espacio para la ciencia, para la investigación, la academia debe regocijarse”. Pág. 18
- Programa de nanotecnología del TEC crece y amplía lazos de colaboración. Pág. 19
- Misión cumplida: TEC se compenetra con las empresas y fortalece el quehacer de los ingenieros agrícolas. Pág. 21

Secadoras solares para mayor valor agregado de productos de madera

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

El secado de la madera para fabricar productos ha sido siempre un problema entre quienes se dedican a la siembra de árboles, debido a que hasta ahora no existía un método barato y eficiente para hacerlo.

En el Centro de Investigación en Integración Bosque-Industria (CIIBI), del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), se ha desarrollado una tecnología que viene a llenar esa necesidad.

Se trata de una secadora que utiliza la energía del sol y que permite secar la madera en un tiempo menor que el que se utiliza al hacerlo al aire libre.

Este es uno de los temas que ofrecemos en esta nueva edición de *investiga.tec*, y que nos complace divulgar porque podría convertirse en la solución que muchos productores requieren para obtener productos con un mayor valor agregado.

Los indicadores relacionados con la ciencia y la tecnología son temas que en forma recurrente se analizan, por la importancia que tienen la investi-

gación científica y tecnológica, así como la innovación, para el desarrollo de los países.

En esta revista ofrecemos dos artículos complementarios de personas que ofrecen sus reflexiones sobre un tema que es de primordial interés para la sociedad, pero que no siempre se ve así y que, por el contrario, a veces es relegado a los últimos lugares.

Dos áreas han venido tomando auge en el campo de investigación en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Una es la del mejoramiento genético forestal, un camino emprendido hace cerca de 10 años y que desde entonces no ha dejado de crecer y fortalecerse, de la mano de académicos y empresarios interesados en mejorar los conocimientos en este campo.

La otra, de reciente origen, tiene que ver con el desarrollo de la nanotecnología que, según la definición de Wikipedia, “es un campo de acción de las ciencias aplicadas dedicado al control y manipulación de la materia a una escala menor que un micrómetro, es decir, a nivel de átomos y moléculas (nanomateriales)”.

Sobre ambos temas les ofrecemos sendos artículos, cuyo objetivo es mostrar a los lectores cómo estas áreas se han ido desarrollando de manera vigorosa con base en un grupo de académicos muy calificados, el

apoyo de las autoridades administrativas a sus proyectos y el financiamiento de edificaciones y equipo a partir de recursos públicos.

La química verde es una nueva concepción de hacer química, para lograr los mismos resultados pero con más cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Sobre esta nueva corriente del desarrollo de la química escribe una académica del TEC, quien da a conocer una guía de 12 principios concretos para lograr un cambio de paradigma tanto en los laboratorios de enseñanza como en la investigación y los servicios analíticos.

Los talleres lúdico creativos que ofrecen las cuatro universidades estatales a niños, jóvenes, maestros y profesores de la educación pública, es otro de los temas que ofrecemos, pues la filosofía de aprender jugando ha mostrado ser muy efectiva cuando se trata de enseñar y concientizar sobre temas con el de la protección del ambiente.

Estos y los otros artículos presentes en este número de *investiga.tec* han sido seleccionados con cuidado para ofrecer a ustedes, lectores, información de calidad que les permita conocer parte de lo que hacemos y les dé herramientas para tomar posiciones.

En el TEC

Divulgación de la ciencia será prioridad para nuevo Ministro de Ciencia y Tecnología

Manrique Vindas Segura
Vicerrectoría de Investigación
Universidad de Costa Rica
mvindas@vinv.ucr.ac.cr

El ingeniero Alejandro Cruz Molina, nuevo ministro de Ciencia y Tecnología, creará la Red de Comunicación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (RedCyTec) mediante decreto ejecutivo para potenciar una mayor comunicación de la ciencia en el país.

Así lo anunció en el marco de una reunión con representantes de esta Red, que agrupa a las principales instituciones científicas del país, en la que manifestó su apoyo decidido al trabajo que esta realiza en la divulgación y comunicación de la ciencia.

El jerarca del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MICIT), recibió en su despacho a representantes de RedCyTec el 18 de marzo pasado, en donde reiteró la importancia de la divulgación científica entre la población, de manera que las investigaciones que se realizan contribuyan más efectivamente al desarrollo nacional.

Dijo incluso que este tema será incluido en su plan de trabajo: “Es parte fundamental del Plan Nacional de Ciencia y Tecnología, no solo la comunicación y la divulgación, sino todas aquellas acciones y actividades que permitan incorporar más la ciencia en la sociedad y la sociedad en la ciencia”, agregó.

Ciencia en plan nacional

El Ministro anunció que el Plan Na-

cional de Ciencia y Tecnología se dará a conocer el 6 de mayo y espera que para esa fecha también se emita el decreto de creación de la RedCyTec.

Países más avanzados en materia científica incluyen en sus planes nacionales la comunicación y divulgación de la ciencia, como lo dio a conocer el experto Brenton Honeyman, gerente de Comunicación de la Ciencia y de Alianzas Estratégicas Questacon (Departamento de Innovación, Industria, Ciencia e Investigación del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología) de Australia, durante la conferencia dictada en el MICIT el pasado 21 de febrero.

El ingeniero Cruz, quien asistió a la conferencia en su primer acto oficial como Ministro, no quiere que nuestro país se quede rezagado en esta materia y aseguró que “cada vez más es necesario que haya un reconocimiento social de las tareas de las personas que han hecho de la ciencia y la tecnología parte de su proyecto de vida, para que ese modelo de vida sirva de inspiración y motivación a jóvenes para ingresar en la ciencia y la tecnología”.

Agregó que también es importante llegar a todos los estratos de la sociedad costarricense para motivar esa

mayor incorporación de la sociedad en la ciencia.

Esto concuerda con los objetivos de la RedCyTec, por lo que sus representantes, entre los cuales están las cuatro universidades adscritas al Consejo Nacional de Rectores (CONARE), ofrecieron amplia colaboración al MICIT para divulgar actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología.

RedCyTec se creó a partir de una reunión convocada en febrero del 2008 por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica (UCR), para encontrar mecanismos de colaboración entre comunicadores y divulgadores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología de Costa Rica. Actualmente reúne a cerca de 15 instituciones relacionadas con la investigación científica del país.

En agosto del año pasado se constituyó en subcomisión especial de la Comisión de Vicerrectores(as) del Consejo Nacional de Rectores (CONARE), recibiendo así el respaldo de las universidades públicas. Más información en la página: <http://redcytec.blogspot.com/>.



Miembros de la Red de Comunicación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (RedCyTec) se reunieron recientemente con el ingeniero Alejandro Cruz Molina, ministro de Ciencia y Tecnología.

¿Por qué el país debe invertir en investigación, desarrollo e innovación?

Keilor Rojas Jiménez, Ph.D.
Asesor Científico
Ministerio de Ciencia y Tecnología
keilor.rojas@micit.go.cr

Cuatro décadas atrás, la inversión de Costa Rica y Corea del Sur en actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico no superaban el 0,4% del producto interno bruto (PIB). Hoy día, Costa Rica sigue manteniéndose alrededor de ese porcentaje mientras que el país asiático evolucionó alcanzando niveles superiores al 3%. Los resultados de haber tomado uno u otro camino son contundentes: el ingreso nominal per cápita de Costa Rica en esos 40 años pasó de 540 a 6 345 USD, mientras que el de Corea pasó de 278 a 17 074 USD.

Ante este y otros ejemplos de éxito internacional, algunos han argumentado que los países ricos invierten más en I+D porque son ricos. Sin embargo, las evidencias internacionales indican lo contrario, es decir, que los países son ricos porque impulsan la innovación a través de mayor inversión en I+D. Dicho de otra manera, los países son ricos porque deciden apostar por una economía basada en el conocimiento y la tecnología.

Las razones que explican el estancamiento costarricense no son del todo claras, aunque se podrían entrever algunas, como el hábito cultural de invertir reactivamente y no prospectivamente; la ausencia de una clara estrategia nacional sobre prioridades de inversión; el reducido reconocimiento de la importancia de la innovación y la percepción equivocada de un bajo retorno económico al invertir en ciencia y tecnología.

Este año Costa Rica se ubicó en la posición 56 del ranking de competitividad global elaborado por el Foro Económico Mundial, de un total de 139 países. Acorde con los componentes de este índice, hay dos factores prioritarios por atender a los que no se les ha dado la importancia debida. Estos son la inversión público-privada en I+D como porcentaje del producto interno bruto (PIB) y la cantidad y calidad del capital humano disponible.

Recursos humanos más calificados

Según datos de la UNESCO, en Costa Rica el porcentaje de jóvenes matriculados en la universidad respecto a su grupo etario correspondiente es del 24%. Sumado a esto, solamente un 13% de la matrícula universitaria está en carreras relacionadas con las ciencias o las ingenierías. Esta situación representa una seria limitante para el desempeño de los diferentes sectores productivos del país, ya que restringe las posibilidades de crecimiento de las empresas de base tecnológica así como la atracción de inversión extranjera directa en este sector.

Por otro lado, el número de investigadores en jornada de tiempo completo por cada 1000 integrantes de la población económicamente activa en Costa Rica es de 0,53 (16% con doctorado), mientras que, por ejemplo, en Corea del Sur es de 9,36 investigadores. Así mismo, el número de artículos científicos publicados durante el año 2008, según la base de datos SCOPUS, fue de 440 para nuestro país en contraste con los 44 126 artículos de los coreanos (100 veces más). Esta escasez de investigadores y baja productividad explican el por qué la mejor universidad costarricense está en el puesto 575 del mundo.

¿Por qué invertir en científicos y tecnólogos más calificados?

De lo anteriormente expuesto se hace evidente la necesidad de contar con un mayor número de científicos y tecnólogos de alto nivel en el país, lo cual para algunos sectores es incluso más importante que disponer de financiamiento.

Aunque existen dificultades metodológicas para cuantificar el retorno de la inversión en profesionales con grado de doctorado, a continuación se mencionan algunos de los beneficios económicos y sociales derivados de invertir en la formación de estos perfiles:

- Los perfiles más calificados tienen mayor empleabilidad y mayores ingresos por salario, lo que contribuye al presupuesto nacional con una base tributaria más amplia.
- Estos perfiles tienen un mayor número de externalidades positivas, definidas como

los beneficios que obtienen las personas a su alrededor, que incluyen la formación de otros profesionales, asesorías especializadas, dirección de tesis y publicación de artículos.

- La reincorporación de estos profesionales normalmente es acompañada por la modernización en las líneas de I+D en las instituciones y empresas, que posteriormente se traducen en aumentos de la productividad y la innovación.
- La existencia de perfiles altos es importante para el desarrollo de las propias instituciones debido tanto al uso de sus vínculos directos como a sus efectos secundarios en la conformación de redes. Hoy en día es usual que los directores de instituciones públicas y privadas tengan el grado de doctorado.
- La disponibilidad de recursos humanos altamente calificados en el país es un factor clave que se toma en cuenta para la atracción de inversión extranjera directa de mayor calidad, especialmente en sectores tecnológicos de punta. El personal con mayores destrezas confiere mayor flexibilidad a las instituciones y facilita la adaptación ante los cambios.
- En cuanto a los beneficios sociales, estos perfiles generalmente presentan mejores conductas, menos tasas de criminalidad y corrupción, mayor participación democrática y compromiso social, así como un gran respeto y tolerancia multicultural.

Inversión en I+D

Estudios recientes han demostrado que la evolución de la productividad total de los factores depende no solo de la calidad de los recursos humanos sino también del esfuerzo realizado en materia de inversión en I+D. En este sentido, Costa Rica ha ignorado esta premisa, manteniendo una inversión baja que además es costeadada en un 65% por el sector público. Esto en contraposición con un país en franco desarrollo como Corea del Sur, que invierte 3,37% del PIB y donde el 75% proviene del sector privado.

Estas diferencias en cuanto a la magnitud del aporte y la orientación de intereses del

sector privado podrían ser las responsables de que para el 2008, según datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), en Costa Rica solamente se solicitaran 879 patentes, de las cuales solo un 5% fue hecha por nacionales, con respecto a las 170 632 solicitudes que se hicieron en Corea del Sur, cuyo 75% fue hecho por residentes de ese mismo país.

El aumento de la inversión general y la mayor participación del sector privado implican que las innovaciones estén necesariamente orientadas al mercado. Esto conduce a generar mayores rendimientos para el sector, el cual, convencido de los beneficios, invierte otra vez en I+D, propagando indefinidamente este círculo virtuoso de crecimiento y desarrollo socioeconómico.

¿Por qué invertir en I+D?

- Las actividades de I+D permiten el avance y difusión de los conocimientos científicos, la creación de nuevas especialidades y la adquisición de conocimiento técnico. Este último se deriva de la experiencia de realizar investigación y no puede ser transmitido mediante palabras o símbolos, pero constituye un bien intelectual fundamental para poder entender y adaptarse a los avances científicos y tecnológicos.
 - La aplicación del conocimiento propicia el desarrollo de nuevas tecnologías que pueden convertirse en innovaciones de procesos, productos o servicios y, como tales, sujeto de protección intelectual.
 - El establecimiento de nuevas líneas de investigación, desarrollo e innovación en las empresas conduce a la diversificación productiva, aumentos de la eficiencia, disminución de costos, atracción de fuentes alternas de inversión, creación de empresas derivadas (spin-off) y el acceso a nuevos mercados.
 - Durante la realización de proyectos de I+D, se establecen nuevas capacidades por medio de la formación y capacitación de profesionales, la adquisición de infraestructura y el desarrollo de servicios que, posteriormente, estarán disponibles para otros sectores.
 - Las actividades de I+D permiten a las instituciones estar a la vanguardia dentro de sus respectivos campos, lo que generalmente incrementa su prestigio y credibilidad.
- La investigación y desarrollo tienen un aporte importante en la solución de problemas sociales y ambientales así como en el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Retos para el mediano plazo

El nivel de rezago del sistema de educación superior costarricense respecto al de otros referentes internacionales es inquietante en términos de cobertura, calidad y productividad. Esto necesariamente abre el tema del requerimiento de mayores recursos financieros para las universidades y para la formación de técnicos superiores. Sin embargo, cualquier inversión nacional destinada a este fin debería estar acompañada por el compromiso de eficiencia y transparencia en la gestión, la demanda de los profesionales en número y calidad que estratégicamente se necesitan y la exigencia de mayor producción de conocimientos y tecnologías.

Por otro lado, si se quiere aumentar significativamente el ingreso per cápita a nivel de los países desarrollados, pareciera que el único camino sería aumentar sustancialmente la inversión en actividades de innovación. Ante esto, y tratando de mirar prospectivamente, deberíamos empezar por proponernos como país duplicar la inversión actual en I+D como porcentaje del PIB aumentando la participación del sector privado; deberíamos duplicar el porcentaje de jóvenes matriculados en las universidades donde al menos un 25% sea en carreras científico-tecnológicas; y duplicar la producción y atracción de doctorados en los sectores estratégicos. Otros aspectos claves serán mejorar la calidad de los contenidos curriculares; promover la creatividad y el emprendimiento; incorporar al sector productivo dentro de los programas de formación; y eliminar las asimetrías de información en la orientación vocacional.

Los resultados de contar en el país con recursos humanos altamente calificados, así como una mayor inversión en I+D, tendrán efectos seguros en cuanto al aumento de la competitividad y desarrollo socioeconómico del país. Si bien es posible que los resultados no se vean inmediatamente, en el mediano plazo los efectos positivos hablarán por sí mismos, alcanzando no solo el ámbito económico sino también el social y ambiental. Es urgente moverse en esta dirección cuanto antes.

Referencias

1. Banco Mundial. 2003. Construir sociedades del conocimiento: Nuevos desafíos para la educación terciaria. Washington. 244 p.
2. CEPAL. 2008. Espacios iberoamericanos: La economía del conocimiento. Santiago. 136 p.
3. CEPAL. 2009. Innovar para crecer: Desafíos y oportunidades para el desarrollo sostenible e inclusivo en Iberoamérica. Santiago. 237 p.
4. CEPAL. 2010. Ciencia y Tecnología en el arco del Pacífico latinoamericano: espacios para innovar y competir. Santiago. 61 p.
5. Consejo Nacional de Investigación Científica. 2010. Ciencia y tecnología en Chile: ¿Para qué? Santiago. 127 p.
6. Freeman, C. 1995. The National System of Innovation in Historical Perspective. Cambridge Journal of Economics. 19:5-24.
7. Hall, B. 2010. Measuring the Returns to R&D. Scientific Series. CIRANO, Montreal. 62 p.
8. Instituto de Estadística de la UNESCO, <http://stats.uis.unesco.org/unesco>
9. MICIT. 2009. Indicadores nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación. 2008. San José, Costa Rica. 114 p.
10. Nation Master World Statistics, <http://www.nationmaster.com/index.php>
11. OECD. 2007. Education at a Glance. 2007. Paris. 451 p.
12. OMPI. 2010. Informe de la OMPI sobre patentes. 148 p.
13. Ranking web de universidades del mundo, <http://www.webometrics.info/>
14. Rouvinen, P. 2002. R&D Productivity Dynamics: Causality, Lags and Dry Holes. Journal of Applied Economics. 5(1): 123-156.
15. SCImago Journal and Country Rank, <http://www.scimagojr.com/>
16. UNESCO. 2007. Education Counts: Benchmarking Projects in 19 World Education Indicators. Montreal. 145 p.
17. UNESCO. 2010. Measuring R&D: Challenges Faced by Developing Countries. Institute for Statistics. Montreal. 40 p.
18. UNESCO. 2010. Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe. Guillermo Lemarchand (ed.). Montevideo. 329 p.
19. UNESCO. 2010. UNESCO Science Report 2010: The Current Status of Science Around the World. Paris. 542 p.
20. World Bank Statistics, <http://data.worldbank.org/>
21. World Economic Forum. 2010. The Global Competitiveness Report 2010-2011. Ginebra. 516 p.

“Egresados del TEC deben crear

las nuevas empresas de alta tecnología del país”

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

Hace más de 20 años, Juan Scott Chaves Noguera se fue, junto con su madre y tres hermanas menores, para los Estados Unidos. Cursaba entonces el primer año de la carrera de computación en la Universidad de Costa Rica. El motivo del viaje fue que su madre había recibido una beca del CONICIT para hacer una maestría en matemática en Charleston, Carolina del Sur.

El primer año que estuvieron allá, Juan Scott tuvo que trabajar para ayudar con los gastos de la casa y posteriormente trabajaba y estudiaba, mientras su madre terminaba la maestría y sacaba el doctorado en matemática.

La terminación de los estudios de su madre les permitió a los cuatro hermanos poder seguir estudiando. Este investigador, de la Escuela de Ingeniería en Electrónica del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), cuenta la anécdota de que los cuatro entraron a la universidad al mismo tiempo, un hecho que llamaba la atención de sus profesores y compañeros y que les permitió a los cuatro trabajar en equipo.

Años más tarde, esta circunstancia daría sus frutos ya que su hermana, Sindy Chaves, microbióloga, fue una especial colaboradora en las investigaciones de Juan Scott.

En el año 2001 la familia se trasladó a California, donde los cuatro hermanos continuaron estudiando y sacaron el bachillerato al mismo tiempo. Entonces sucedió otro hecho curioso: fue su madre quien les entregó el título a los cuatro, pues para entonces ella era profesora en esa universidad.

Juan Scott Chaves se graduó como ingeniero en computadores; luego sacó una maestría en ingeniería eléctrica con énfasis en nanotecnología y comenzó a trabajar en la Universidad de California en Long Beach, como profesor e investigador.

Tiempo después el profesor Chaves casó con una costarricense y tuvieron un hijo de nombre Allan, que hoy tiene poco casi tres años. Su esposa regresó al país y no quiso volver a los Estados Unidos, por lo que Juan Scott tomó la decisión de regresar a Costa Rica para estar cerca de su hijo.

En el TEC

Desde el principio le aconsejaron que buscara trabajo en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, donde tendría una mejor oportunidad de aplicar sus conocimientos en nanotecnología; y el TEC, efectivamente, le abrió la puerta.

Juan Scott Chaves, quien hoy tiene 37 años, cuenta que cuando decidió regresar, se dijo: “Si Allan no puede estar en Estados Unidos, yo me voy a Costa Rica para colaborar en hacer un mejor país para él, para que tenga más opciones”. Y agrega: “Somos parte de un ecosistema, no somos islas, y todo lo que hacemos afecta a los demás”.

Chaves considera que el TEC tiene un gran potencial, con la ventaja estratégica de que es pequeño y joven y “puede esculpir la forma en que va a proyectarse”. Agrega, además, que ya existe en la institución un grupo que comparte seguir adelante con el tema de la nanotecnología —que es su campo— además de que, como universidad estatal que es, el TEC tiene una responsabilidad frente al país.



Piensa que la investigación no puede ser una manera de justificar el tiempo en la institución y que el conocimiento generado debe transferirse a la sociedad. El TEC, dice, ha tratado de mantener en niveles altos la investigación, pero es muy importante hacer escalamientos, por un sentido de responsabilidad frente al pueblo.

Sobre su llegada a Costa Rica y al TEC, afirma que no fue por accidente, sino más bien una oportunidad que se le presentó y frente a la cual tiene una responsabilidad.

A sus estudiantes les dice que son privilegiados, porque en ninguna otra universidad encuentran las condiciones que les da el TEC a quienes estudian electrónica o mecatrónica. Considera a esta institución como el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) de Costa Rica, una universidad difícil, selectiva con carreras más duras.

Y por ello, está convencido de que los egresados del TEC deben crear las nuevas empresas de alta tecnología del país y que cuando entiendan que pueden hacerlo van a lograr lo que quieren. El TEC es la universidad que más tecnología puede crear y para ello no es necesario ser grandes sino eficientes.

Sin embargo, cuenta que lo más difícil de su regreso a Costa Rica ha sido tener que enfrentarse a la tramitología, experimentar que un trámite vital puede tardar cinco meses en ejecutarse.

Investigación en nanotecnología

Juan Scott Chaves narra cómo llegó, por necesidad, al campo de la nanotecnología. Al iniciar su posgrado, en el 2004, y como cualquier estudiante latino, necesitaba trabajar. Se enteró de que una profesora tenía *grants* de la National Science Foundation (NSF) por casi un millón de dólares para crear un programa de estudios en nanotecnología, denominado Nanotechnology Undergraduate Education (NUE). Los otros fondos provenían de la Oficina de las Fuerzas Armadas para la Investigación (Army Research Office), para desarrollar circuitos integrados más rápidos y más estables a fin de mejorar la vida de los soldados en combate.

Habló con la profesora, quien lo primero que le preguntó fue si tenía experiencia en nanotecnología. Le tuvo que decir que no sabía nada y, a pesar de ello, la investigadora le pidió que regresara en un mes.

Cuenta Juan Scott que en ese mes leyó todo lo que pudo sobre el tema, que no era mucho porque el área aún estaba en una etapa embrionaria. La cúspide de la ola, indica, es precisamente ahora. Cuando regresó a hablar con la profesora ella le volvió a hacer la misma pregunta, y esta vez él le contestó: “Sé lo suficiente para trabajar con usted”.

Así inició su maestría, que más bien llegó a ser casi un doctorado, pues debía elaborar constantes reportes de investigación a la NSF y a las Fuerzas Armadas.

Como el campo de la nanotecnología apenas comenzaba, el grupo debía investigar sobre la forma de lograr la estabilidad del material, limpiarle las impurezas de hierro. Y todo lo que hacían rompía la estructura del nanotubo. Con la colaboración de su hermana Sindy, lo lograron mediante el uso de bacterias. Y eso lo llevó a descubrir muchas otras cosas, por ejemplo que la nanotecnología funciona como material antimicrobial. Esos estudios permitieron la generación de una patente y tres procesos más de patentamiento que están en marcha, entre ellos el de una bacteria.

De esa experiencia, hoy Juan Scott puede afirmar que “la propiedad intelectual está en los malabares”, no en el resultado final de la investigación. Y recuerda un proverbio japonés que dice que “no se trata de hasta dónde tenga que llegar usted, sino de saber disfrutar el viaje”.

De esa investigación, cuenta, nació el famoso chip semejante a un transistor simple con un nanotubo, que funciona en *on* y *off*. Se trata de ciencia muy básica, lo que se quería era recrearla con un nanotubo y aunque esto ya se había hecho, la novedad

estuvo en que se hizo a un costo muy bajo, con una impresora de inyección de tinta de escritorio, común y corriente.

Y sobre el proceso de investigación, Chaves afirma que este se logra de manera importante a partir de conversaciones, del intercambio con otros investigadores. Un ejemplo de ello fue la experimentación con bacterias, gracias a la profesión de microbióloga de su hermana.

Por eso, trata de inculcar en sus estudiantes que no deben depender solo de lo que les dice el profesor y que deben innovar; “el proceso de investigación lo crean los estudiantes, no el profesor”, afirma.

En relación con la docencia, esta es, en su opinión, la esencia de la universidad. “Sin estudiantes no existe universidad, estamos en función de ellos.” Agrega que la universidad es una fábrica de conocimientos que requieren ser transmitidos y que la docencia va de la mano con la investigación; los estudiantes son los que van a cargar el estandarte.

Chaves está convencido de que cuando se cree la primera empresa de nanotecnología en el país, esta va a estar liderada por estudiantes del TEC y ellos van a hacer cambios en la sociedad.

Reactor de alta presión

En estos momentos, Juan Scott Chaves y sus alumnos están desarrollando un reactor de alta presión para fabricar nanotubos de carbón monocapa. El aparato se basa en dos motores de motocicleta para que el reactor sea de bajo costo.

Para hacer nanotecnología se requiere de vacío, alta presión y alta temperatura, explica. Y todo es caro. Entonces están aprovechando los motores de motocicleta que generan vacío y presión y a los cuales se les agrega alta temperatura. Ese funcionamiento permite hacer nanotubos de carbón.

Las primera meta de Juan Scott Chaves es consolidar el laboratorio de nanotecnología del TEC, ya muy avanzado, con personal capacitado. Además, planea iniciar estudios de doctorado en el 2012, para lo cual piensa hacer un año de cursos en Estados Unidos y el proceso de investigación en el TEC, a fin de que el conocimiento quede en el país “y para probar que los costarricenses tenemos capacidad de hacer experimentos de punta”.

Premio de Tecnología Clodomiro Picado Twilight

En el año 2010, Juan Scott Chaves Noguera fue distinguido por el Gobierno de Costa Rica con el Premio Nacional de Tecnología, por su trabajo de investigación “Nuevo enfoque para la creación de capas finas e interconectores utilizando nanotubos de carbono de pared simple, tecnología de inyección y bacterias”.

Este premio lo otorgan anualmente el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes, a los mejores trabajos de investigación original que realicen y den a conocer, individualmente o en forma colectiva, ciudadanos costarricenses en el campo de la investigación tecnológica.

Introducción a la química verde en las universidades

Floria Roa Gutiérrez, Ph.D.
Profesora e investigadora
Escuela de Química
Instituto Tecnológico de Costa Rica
froa@itcr.ac.cr

Bajo el preámbulo del desarrollo sostenible, definido como aquel que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (ONU, 1987), las actividades productivas, tanto en industria como en agricultura y en servicios -más recientemente- han sido analizadas en detalle para que sus acciones sean congruentes con la meta común de sostenibilidad social y ambiental tanto en países industrializados como en nuestros países en desarrollo.



Sin embargo, parece que en estos análisis y cambios orientados hacia prácticas más sostenibles, las universidades hemos sido eximidas y poco o nada se le exige al sector de educación superior.

Parece que la sociedad nos reconoce como instituciones del conocimiento y como tales se asume que sabemos hacer las cosas bien y de manera sostenible. Tal vez también porque las universidades hemos liderado estudios y hemos hecho denuncias de problemas ambientales y sociales fundamentados en estudios científicamente rigurosos, que imprimen confianza en nuestro quehacer.

Sin embargo, viendo a lo interno de las universidades creo que pocas veces -o tal vez menos de lo deseable- analizamos nuestros procesos de educación y de investigación con la misma rigurosidad con que lo hacemos a lo externo.

¿Revisamos en forma continua nuestras actividades para hacerlas más sostenibles ambientalmente? Los procesos de enseñanza de la ciencia y la investigación son, después de todo, procesos que generan residuos, emiten gases, generan aguas residuales y consumen energía, al igual que cualquier otro proceso productivo; y por lo tanto, aunque el fin es loable, no justifica que no revisemos las prácticas para minimizar el deterioro ambiental asociado.

Cambio de paradigma

Una nueva corriente en el desarrollo de la química, propone una guía concreta de 12 principios que buscan un cambio de paradigma al hacer química, tanto industrialmente como en los laboratorios de enseñanza, de investigación y servicios analíticos. Estos 12 principios, aunque específicos de los procesos químicos, son además congruentes con los principios de producción limpia que han sido introducidos en procesos industriales en general, incluyendo agricultura y servicios.

Por ello, las universidades debemos hacer un esfuerzo por ser más congruentes con lo que predicamos y adecuar los procesos de laboratorio, de modo que se minimice el impacto sobre el ambiente.

A continuación presento los 12 principios de la química verde, propuestos por Paul Anastas en el año 2002. Los cambios requieren tiempo y algunos principios ya se aplican pero no se enfatizan ante el estudiante, por lo que pueden pasar desapercibidos para quienes serán los futuros profesionales.

Entonces, resulta importante que en los laboratorios de enseñanza se discuta sobre las razones y ventajas de utilizar química verde en los experimentos.



Principios de la química verde

No.	Principio	Descripción
1.	Prevención.	Es preferible evitar la producción de un residuo que reciclarlo, tratarlo o disponer de él una vez que se ha formado.
2.	Economía atómica.	Los métodos de síntesis deben diseñarse de manera que se incorporen al máximo, al producto final, todos los materiales empleados durante el proceso.
3.	Uso de metodologías que generen productos con toxicidad reducida.	Siempre que sea posible, los métodos de síntesis deberán realizarse para utilizar y generar sustancias que presenten poca o ninguna toxicidad, tanto para las personas como para el medio ambiente.
4.	Generar productos eficaces pero no tóxicos.	Los productos químicos se diseñarán de manera que mantengan su eficiencia y baja toxicidad.
5.	Reducir el uso de sustancias auxiliares.	Se evitará en lo posible el empleo de sustancias que no sean imprescindibles (disolventes, reactivos de separación, etc.), y en caso de que se utilicen que sean lo más inocuos posible.
6.	Disminuir el consumo energético.	Los requerimientos energéticos serán catalogados por su impacto al medio ambiente y económico reduciéndose todo lo posible. Se sugiere llevar a cabo los métodos de síntesis a temperatura y presión ambiente.
7.	Utilización de materias primas renovables.	Las materias primas han de ser preferiblemente renovables en vez de agotables, siempre que sean técnica y económicamente viables.
8.	Evitar la formación de derivados innecesarios.	Se evitará en lo posible la formación de derivados como grupos de bloqueo, de protección-desprotección, modificación temporal de procesos fisicoquímicos.
9.	Potenciación de la catálisis.	Considerar el empleo de catalizadores lo más selectivos posibles, reutilizables en lo posible y de preferencia de origen natural.
10.	Generar productos biodegradables.	Los productos químicos se diseñarán de tal manera que al finalizar su función no persistan en el medio ambiente y sean preferentemente productos de degradación.
11.	Desarrollar metodologías analíticas para la monitorización en tiempo real.	Las metodologías analíticas serán desarrolladas posteriormente para permitir una monitorización y control del tiempo real del proceso, previo a la formación de sustancias peligrosas.
12.	Minimizar el potencial de accidentes químicos.	Es importante elegir las sustancias adecuadas para los procesos químicos y reducir el riesgo de accidentes químicos incluyendo las emanaciones, explosiones e incendios.

Bajo estos principios es importante cuestionarnos a lo interno de las universidades: ¿Cuánto hemos avanzado en lo que se refiere a la minimización del impacto ambiental en los laboratorios universitarios?

Constantemente las universidades desarrollamos proyectos y nos involucramos en el mejoramiento de las políticas ambientales tanto en empresas como a nivel nacional en general.

Aunque gozamos de la confianza de la sociedad como instituciones que concentran el conocimiento y saben cómo hacer sus funciones de la forma más eficiente y ambientalmente sostenible, los cambios hacia la prevención y minimización de la contaminación se hacen en forma muy lenta y casi imperceptible. Los labora-

torios de enseñanza y de investigación no se ven cuestionados sobre el impacto que producen.

Es importante, por ello, que los que estamos involucrados en estos procesos no nos aferremos a lo tradicional e iniciemos por casa el cambio hacia prácticas más sostenibles, como es la “nueva corriente” de la química verde.

Reitero que no solo se requieren cambios, se requiere que esos cambios se justifiquen para que los nuevos profesionales se conviertan también en los agentes de cambio que se requieren en todo sector (agrícola, industrial, institucional o de servicios) para que el impacto sea realmente significativo.

Proteger el ambiente con alegría y creatividad

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

Según el diccionario de la Real Academia Española, la palabra “lúdico” significa “perteneciente o relativo al juego”.

Y es esto -enseñar en forma divertida, mediante sensaciones, teatro y oratoria, riendo y llorando- lo que hacen los talleres lúdico creativos que imparten las cuatro universidades estatales y, más específicamente, el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC).



Así lo explica la investigadora Miriam Brenes, profesora de la Escuela de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental del TEC y coordinadora de este proyecto, quien es enfática al afirmar que “no se trata de informalidad”, sino de dejar salir al niño que todos llevamos dentro, que es capaz de desatar nuestra creatividad, generar endorfinas y, por ende, permitirnos pensar con más claridad.

Agrega que los cursos que ella imparte en el TEC también tienen un componente lúdico; los estudiantes deben generar una actividad de este tipo y evaluar las de sus compañeros; los jóvenes dan la clase como ellos quieren con la condición de no desligarse del tema en estudio, que puede ser, por ejemplo, el de extintores de fuego.

Protección del ambiente

Los talleres lúdico-creativos buscan fortalecer en niños, jóvenes y adultos los conceptos y el compromiso con la protección del ambiente, principalmente.

En el mes de julio de 2006 se llevó a cabo el primer taller creativo en la Universidad de Costa Rica y ello llevó a la creación de un programa respaldado por el Consejo Nacional de Rectores (CONARE), que abarcara a las cuatro universidades; así nació la subcomisión lúdico-creativa.

Cada universidad había venido impartiendo talleres aislados de este tipo, pero al crearse la subcomisión el trabajo se triplicó porque hubo un aumento de la demanda.

Inicialmente impartían un taller anual de formador de formadores de escuelas públicas en el INBioparque, pero actualmente lo ofrecen cuatro veces al año en San Carlos, Limón, Guanacaste y Cartago. Los últimos talleres los han impartido a grupos de 200 personas representantes de escuelas de Cañas, Liberia y Santa Cruz de Guanacaste.

También hacen un “videoconversatorio” cada año, llamado “Compapelardiendo”, mediante el sistema de videoconferencia que aporta la Universidad Estatal a Distancia (UNED). El año pasado, cuenta la investigadora, 380 personas trabajaron simultáneamente desde diferentes puntos del país y utilizaron papel de desecho para hacer billeteras. Para este año tienen programados cuatro videoconversatorios de este tipo.

Cada universidad, por su parte, ofrece un plan de acompañamiento a instituciones que estén cerca de sus sedes y con ellas hacen talleres individuales durante todo el año.

En el TEC

La ingeniera Miriam Brenes cuenta que el TEC trabajará este año con la Escuela Fernando Guzmán Mata, de tipo urbano, y



la Escuela de Santa Rosa de Oreamuno, de carácter rural, con el objetivo de comparar resultados.

La investigadora explica que en estas capacitaciones juegan un papel muy importante cinco estudiantes que gozan de la Beca Mauricio Campos y quienes han llegado a identificarse plenamente con el proyecto.

El grupo también tiene vinculación con entidades de beneficencia, tales como Hogares CREA, Pueblito, varias sedes del Patronato Nacional de la Infancia (PANI) y el Centro Diurno para Personas Adultas Mayores de Tejar del Guarco.

Por tratarse de profesores y estudiantes de la carrera de seguridad laboral e higiene ambiental, además de impartir talleres sobre aspectos de protección ambiental, lo hacen en el tema de la seguridad personal y laboral, mediante la elaboración y puesta en marcha de planes de emergencia y la impartición del taller *Buscando peligros en el hogar y el trabajo*.

Otro taller que imparte el grupo del TEC es el denominado *Diminutos habitantes que no vemos*. En este utilizan la técnica de laboratorio de trazador fluorescente, con la sustancia tinopal. Esta se diluye en agua y permite detectar los microorganismos que se expulsan con los estornudos y la necesidad de tomar medidas de precaución a la hora de estornudar para no contagiar a otras personas.

Estos talleres le permitirán al grupo generar nuevo material para trabajar el tema de gestión de riesgos desde el punto de vista de las técnicas lúdico-creativas.

También la investigadora Brenes, junto a sus colaboradores, están trabajando fuertemente en el programa *Ecoamigos*, que inició hace algunos años el profesor de la misma Escuela, Carlos Mata, con niños de segundo y tercer grado de educación primaria en Orosi de Cartago.

El objetivo era que los niños tuvieran una buena formación en protección del ambiente y para ello se adaptaron los contenidos de ciencias a la filosofía denominada *tox-in-a-box*, promovida por el Centro de Ecogenética del Departamento de Salud Ambiental de la Universidad de Washington, donde estudió el profesor Mata.

Ecoamigos surgió a raíz del deslizamiento de tierras que ocurrió en Orosi hace pocos años y pronto todas las escuelas de esa localidad estarán incluidas en el programa. Para el 2012, se espera que todas las escuelas de Cartago formen parte del proyecto.

Algunos talleres impartidos por las cuatro universidades

Matemática activa y creativa
Relajación y manejo del estrés
León león reciclón
Una visita al zoológico
Uso de la enciclopedia
Nunca dejes de jugar
Trabajo en equipo
Pintando valores
Dos trabajan mejor que uno
Derechos de colores
Desecho pero bien hecho
Ecoamigos
Furoshiki ecobolsas
Cuidando el ambiente. ¿Qué hacemos con el agua?
Buscando peligros en mi aula



¿De qué manera aprende una niña, un niño?

Tocando, abrazando, saboreando, saltando, cantando, riendo...

Aprendamos también...

Secadoras solares de madera aserrada

Cynthia Salas Garita, M.Sc.
Profesora e investigadora
Centro de Investigación en Integración
Bosque Industria (CIIBI)
Escuela de Ingeniería Forestal
Instituto Tecnológico de Costa Rica
cysalas@itcr.ac.cr

El valor agregado en productos de madera, utilizando material seco, es un factor limitante para la mayoría de los productores forestales nacionales, quienes no cuentan con la tecnología para secar madera en forma económica y eficiente.

Por años, la única técnica utilizada ha sido el secado de madera aserrada al aire. Algunos pocos productores secan en hornos convencionales; sin embargo, este método de secado se caracteriza por un costo elevado que de momento los productores prefieren evitar.

El uso de secadoras solares de madera aserrada le permite al productor secar la madera de forma más rápida que el secado al aire y, con ello, obtener un producto de calidad con un valor agregado mayor.

El secador solar de madera es una cámara que tiene la capacidad de almacenar el calor generado por la incidencia de los rayos solares sobre un colector de temperatura; ese calor se almacena para ser utilizado en el proceso de secado de la madera. El uso de esta tecnología es de bajo costo y muy accesible a los pequeños y medianos productores. El consumo de energía eléctrica es bajísimo y el mantenimiento de la infraestructura es básico y sencillo. Lo mejor de esta tecnología es que armoniza con el ambiente y aprovecha una energía altamente abundante en el trópico, además de que la energía no es contaminante.

Un secador solar de madera aserrada será útil y eficiente si se construye adecuadamente. Lo relevante de un horno solar es que la energía que calienta el sistema proviene del sol; esa energía se atrapa en forma de calor y debe permanecer atrapada en la cámara de secado la mayor cantidad de tiempo posible, de manera que el aislamiento térmico de la cámara debe ser muy bueno.

Componentes de la secadora solar

El **cimiento** da soporte estructural a la cámara y aísla la humedad y temperatura a través del suelo.

Las **paredes y puertas** deben asegurar que la temperatura interna se mantenga durante el mayor tiempo posible dentro de la cámara y que la humedad externa no ingrese. Para esto, se pueden utilizar materiales aislantes como la lana de fibra de vidrio o el estereofón.



Vista de la secadora cerrada.

Las **ventanillas o ventilas** sirven de intercambio del aire

interno y externo cuando la humedad relativa dentro de la cámara es muy alta.

El **techo** de un secador solar debe garantizar el ingreso de los rayos solares, pero debe evitar su salida; se recomienda, para ello, utilizar en la construcción vidrio de 3 mm y construir el techo con la inclinación adecuada según la latitud donde se construya la cámara de secado. Para Costa Rica el techo deberá tener una inclinación aproximada a los 10% en la dirección Norte-Sur, con el fin de que los rayos solares incidan perpendicularmente sobre el colector durante todo el año.



Madera aserrada lista para ser secada en la secadora solar.

El **colector solar de temperatura** es una estructura de hierro capaz de almacenar el calor que se genera por la incidencia de los rayos solares sobre él; debe tener el calibre adecuado para que el almacenamiento sea eficiente y siempre se coloca debajo del techo.

Para la circulación del aire dentro de la cámara y entre la pila de madera, se requiere la instalación de **abanicos**. La cantidad y capacidad de los abanicos depende del tamaño de la cámara.

El **baffle o lona** es una estructura ubicada entre el colector y la pila de madera y tiene la función de evitar la incidencia directa de la corriente de aire sobre la madera.

El proyecto

La Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) construyó un modelo de secadora solar. Posteriormente, con el apoyo financiero de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC y el apoyo material de empresas como Hacienda Junquillal y Maderas Cartago, que facilitaron cargas de madera aserrada, se realizó una validación del funcionamiento de la secadora en las condiciones ambientales de Cartago y bajo las exigencias reales de trabajo de un secador.

La investigación, que se prolongó por 24 meses, fue liderada por la Escuela de Ingeniería Forestal, pero incluyó la participación de dos escuelas más que participaron durante los primeros 12 meses del proyecto.

El estudio consistió en realizar simultáneamente pruebas de secado de madera de *Tectona grandis* y de *Gmelina arborea*, ambas especies de 2,54 cm de espesor, en el secador solar y al aire. Estas pruebas se realizaron en la época seca, en la época

lluviosa y en una estación que se denominó intermedia. Las pruebas se realizaron con el objetivo de determinar los tiempos de secado de la madera bajo estas dos condiciones y, de paso, con las primeras pruebas se valoró la eficiencia para atrapar calor en esta secadora.

Parte de los resultados obtenidos en estas pruebas de secado se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1.

Tiempos de secado de madera aserrada, por especie y según tipo de secado durante las estaciones seca y lluviosa en Cartago, Costa Rica.

Especie	Tipo de secado	Estación	CHi (%)	Tiempo de secado	CHf (%)
Teca	Solar	Seca	84	31	12
Teca	Aire	Seca	63	45	16
Teca	Solar	Llu-	76	36	12
Teca	Aire	Llu-	78	59	19
Melina	Solar	Seca	154	49	12
Melina	Aire	Seca	111	57	26
Melina	Solar	Llu-	165	83	16
Melina	Aire	Llu-	141	83	40

*Contenido de humedad en equilibrio para Cartago 16%.

Adicionalmente al secado de madera, el proyecto contempló la elaboración de un prototipo electrónico que registre la humedad interna y externa de la cámara, así como la temperatura; de esta forma, el sistema electrónico permite bajo ciertas condiciones ambientales internas y externas que se abran o cierren de forma automática las ventilas de intercambio de aire con el ambiente, con miras a reducir la humedad relativa en la cámara. Este prototipo fue desarrollado con la participación de la Escuela de Ingeniería en Electrónica del TEC.

Por otra parte, con la participación de la Escuela de Ingeniería Electromecánica se revisó la cámara de secado y se probó experimentalmente la circulación del aire y la eficiencia para atrapar temperatura. En esta parte del desarrollo del proyecto se ensayó la utilización de sustancias para disminuir la humedad relativa interna utilizando diferentes sustancias desecantes. Además, se ensayó si los cambios de color externos repercutían en la temperatura atrapada. Los resultados de esta etapa demostraron que las especificaciones de los abanicos utilizados y su posición dentro de la cámara aseguran el flujo de aire adecuado para el secado de madera; además, se logró demostrar que la adición de sustancias desecantes y el cambio de color no producen aumentos estadísticamente significativos en la temperatura de la cámara.

¿Qué más se ha logrado?

Junto a los resultados de tipo técnico que este proyecto ha obtenido, es importante resaltar la atracción que ha surgido en los productores pequeños sobre el uso de este tipo de secadoras de madera. La Ciudad de los Niños ya construyó un modelo de secadora de madera similar al nuestro; esa secadora fue construida dentro de un proyecto productivo en donde la Escuela de Ingeniería Forestal estaba encargada de la parte de manejo e industrialización del módulo forestal de esa finca. Se han difundido resultados de este proyecto en el XIII Congreso Agronómico y Forestal y se difundió gran cantidad de información en

diferentes eventos, como la Expo Regional Universitaria de Golfito y algunas ferias vocacionales realizadas en la zona de Los Santos y en Puerto Jiménez de Golfito.

¿Qué sigue?

Aunque el proyecto de investigación en su fase activa concluyó el 31 de diciembre de 2010, la secadora solar se mantiene en funcionamiento constante. Por ejemplo, se ha utilizado en secado de aserrín y secado de corona de piña para otros proyectos de investigación de la Escuela de Ingeniería Forestal. Se han realizado pruebas de secado de plásticos para un proyecto de reciclaje y, además, existe interés de poner a funcionar un secador similar a este para el secado de raíz de *Quassia amara* en el Atlántico.



Muchas personas se han interesado en la tecnología de las secadoras solares. La profesora e investigadora Cynthia Salas (de espaldas), explica su funcionamiento.

Ventajas de construir secadoras solares

- Entre las ventajas de construir secadoras solares, están:
- Los materiales que se requiere son comunes y están disponibles en nuestro mercado nacional.
 - Las secadoras solares son sencillas en cuanto a diseño y operan con mucha facilidad.
 - Los costos de construcción no son altos y la inversión podría recuperarse en menos de dos años.
 - Se logra llevar la madera a contenidos de humedad de 10 % y 12%, que son contenidos adecuados para trabajar productos acabados en la industria del mueble y de puertas, entre otros.
 - Aunque los costos de operar un secador solar son más altos que el secado al aire, son un 85% más bajos que secar madera en hornos convencionales.

Investigadores del proyecto

Escuela de Ingeniería Forestal
 Ing. Cynthia Salas Garita, M.Sc. Coordinadora del proyecto
 Ing. Róger Moya Roque, Ph.D.
 Escuela de Ingeniería Electrónica
 Ing. Arys Carrasquilla Batista, M.Sc.
 Escuela de Ingeniería Electromecánica
 Ing. Ignacio del Valle Granados, M.Sc.

Diagnóstico metrológico apoya el desarrollo de la investigación en el TEC

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

Investigadores de la Escuela de Física del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), desarrollaron un estudio para diagnosticar las necesidades en metrología que tienen los centros de investigación de la institución y, con ello, que la Escuela de Física desarrolle un portafolio de servicios en esta área.

Campo de desarrollo

Esto es posible gracias a la creación del laboratorio de metrología, proyecto en el que viene trabajando esa unidad académica desde el año 2008, con el apoyo financiero de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC y del Sistema CONARE.

En este momento, el laboratorio de metrología puede realizar pruebas en las áreas dimensional, de temperatura y de masa, y a mediano plazo se espera poder hacerlo también en el área de presión.

La Escuela de Física del TEC estableció la metrología como campo de desarrollo desde el año 2008, con base en la urgencia que tiene el país de contar con laboratorios secundarios que realicen investigación y colaboren con el desarrollo del sector productivo, en un contexto de acreditación y aseguramiento de la calidad. En Costa Rica, el Ente Costarricense de Acreditación es el responsable de brindar las acreditaciones.

Los académicos involucrados en la investigación son los físicos Álvaro Amador Jara y Luis Antonio Hidalgo Rodríguez.

Metrología

El objetivo de la metrología es estudiar los sistemas de medida en cualquier campo de la ciencia, además de que contribuye a mantener la infraestructura de calidad en la academia tanto como en la industria. La metrología es

uno de los componentes de un sistema de calidad, que incluye normalización, certificación y acreditación.

Todas las organizaciones interesadas en asegurar su competencia técnica y su credibilidad deben someterse a este tipo de actividades, especialmente en el contexto del mundo globalizado de hoy.

Diagnóstico

El TEC cuenta con nueve centros de investigación y extensión: Centro de Investigación en Biotecnología (CIB); Centro de Investigaciones en Computación (CIC); Centro de Investigación en Integración Bosque-Industria (CIIBI); Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA); Centro de Investigación en Vivienda y Construcción (CIVCO); Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Sostenible para el Trópico Húmedo (CIDASTH); Centro de Investigación y Gestión Agroindustrial (CIGA); Centro Químico de Investigación y Asistencia Técnica (CEQIATEC); y Centro de Investigación y Extensión en Materiales (CIEMTEC).



El físico Álvaro Amador Jara explica el funcionamiento de algunos de los equipos en el nuevo laboratorio de metrología.

El diagnóstico para determinar las necesidades en el campo metrológico de los centros de investigación se hizo con una muestra de ocho centros: CIVCO, CIIBI, CIC, CIB, CIGA, CIPA, CEQIATEC y CIEMTEC.

La investigación desarrollada determinó que el ofrecimiento de un portafolio de servicios metrológicos a esos centros, les permitirá agregar valor a sus propios procesos de investigación científica y venta de servicios, pues podrán implementar protocolos de normalización y acreditación de pruebas de ensayo.

Del análisis general se desprende que para la mayoría de los centros de investigación los servicios que ofrecen son de calidad por el tipo de materiales o equipos que utilizan y por lo tanto hay espacio para que los centros incorporen prácticas y marcadores de calidad en su trabajo diario, según determinaron los investigadores Amador e Hidalgo.

Por otra parte, la investigación también permitió conocer que un amplio porcentaje de la investigación que realizan los centros tiene alcance internacional, por lo que se confirma la necesidad de aplicar normas de calidad a los productos y procesos y avanzar rápidamente en esa dirección.

Además, esto permitiría al TEC ser pionero en la incorporación de la temática de la metrología en las labores de investigación y le daría un importante valor agregado a sus productos.

De la encuesta aplicada se desprende también que entre las necesidades de los centros de investigación para mejorar sus servicios de investigación y extensión se encuentran la certificación y acreditación, la calibración de equipos y el establecimiento de sistemas de calidad.

Servicios metrológicos a adoptar

Una vez analizados los datos, los investigadores Álvaro Amador y Luis Antonio Hidalgo, llegaron a la conclusión de que existen secciones de la norma ISO-17025 que se pueden aplicar a todos los centros de investigación del TEC, tales como el control de los equipos y su desempeño a lo largo del tiempo.

En este sentido, los investigadores sugieren, por ejemplo, la creación para cada equipo de una “carta de control” que permita determinar el momento en que es necesario verificar o calibrar los aparatos.

Esto permitirá saber cuál equipo está fuera de especificación por lo que debe dejar de utilizarse en labores críticas del centro y ser sustituido lo más pronto posible.

También debe definirse cada cuánto tiempo se llevará a cabo el proceso de calibración de cada equipo, con base en la experiencia y según el desempeño que haya mostrado en el tiempo.

A partir de los resultados obtenidos con este trabajo, la Escuela de Física ya se encuentra orientando sus propuestas de nuevos proyectos y próximas solicitudes de adquisición de equipo en la dirección de las necesidades detectadas.

Además, en este momento se desarrolla una actividad interna que busca realizar calibraciones de la magnitud masa en uno de los centros de investigación, considerando que esta es la magnitud que más se necesita en dichos centros.



Los investigadores Álvaro Amador y Luis Antonio Hidalgo explicaron los resultados del diagnóstico a personal de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión.

¿Qué es un programa de investigación de nivel mundial?

Rolvin Salas
Vicerrectoría de Investigación y Extensión
Instituto Tecnológico de Costa Rica
rolsalas@itcr.ac.cr

De acuerdo con la Academy of Finland (www.aka.fi), un programa de investigación es un instrumento clave para el financiamiento de la investigación, un instrumento de la política científico-tecnológica de un país.

Un programa de investigación se compone de un número interrelacionado de proyectos de investigación enfocados en un área científica o tecnológica. Las iniciativas de los programas deben nacer de las necesidades de investigar nuevas áreas o campos de investigación, generados por la necesidad de solventar problemas reales (generalmente problemas país) generando, por tanto: 1) nuevo conocimiento interdisciplinario y competencias (que se traducen en nuevas especialidades o carreras); y 2) un conocimiento profundo para brindar nuevas soluciones a problemas científico-tecnológicos que inciden en el bienestar de la sociedad y el sector industrial.

Los programas de investigación tienen varios objetivos, entre ellos: 1) incrementar significativamente la calidad de la investigación; 2) renovar y revitalizar la investigación existente; 3) promocionar el trabajo multidisciplinario e interdisciplinario creando grupos de excelencia (provoca el *coaching*); 4) enlazar las capacidades propias con el entorno internacional, lo que incrementa la experiencia y el conocimiento de estándares internacionales; 5) incentivar la carrera de profesionales en investigación y sus redes; y 6) intensificar el entrenamiento de investigadores.

Competitividad internacional

De acuerdo con el Global Competitiveness Report (2009-2010), del World Economic Forum, los primeros seis lugares los ocuparon Suiza, Estados Unidos, Singapur, Suecia, Dinamarca y Finlandia, respectivamente. Llama la atención cómo los países nórdicos ocupan el 50% de los

“top 6”. Uno de los factores comunes entre ellos es que estos países trabajan fuertemente en programas de investigación, desarrollados a través de sistemas nacionales de ciencia y tecnología.

Publicaciones científicas

De acuerdo con el Global ResearchReport United States (noviembre de 2010), Estados Unidos ya no es el coloso de la ciencia, como lo fue 30 años atrás cuando representaba el 40% de las publicaciones científicas del mundo. Hoy el escenario ha cambiado y la zona EU27 representa el 36% de la producción científica, Asia Pacífico 31% y Estados Unidos 29%. En la zona Asia Pacífico destaca China, la cual se ubica en el segundo lugar como país, ya que produce el 10,9% de los *papers* del mundo. Sorprende que 30 años atrás (1981) solo producía 1745 *papers* mientras que en 2009 generó 127 075 publicaciones; se espera que en las próximas décadas (no más de dos), sobrepase toda la zona EU27 y el mismo Estados Unidos.



¿Y de dónde salen las publicaciones? Las publicaciones surgen de sistemas de educación de calidad mundial y basta ver los *rankings* de Times Higher Education para conocer las primeras 100 universidades a escala internacional.

Patentes

Vuelvo a Finlandia, cuya tasa de producción de patentes en 2008 la ubica en el segundo lugar del mundo con 265 patentes/millón de habitantes, con una población similar a la de Costa Rica, y que generó más de 1400 patentes en 2008.

Otros indicadores

Tekes (The Finnish Funding Agency for Technology and Innovation), uno de los actores del sistema de ciencia y tecnología de Finlandia, creado en 1983, en el área de investigación aplicada reporta en 2009 otros resultados tangibles:

- 458 productos nuevos o mejoras de productos;
- 459 nuevos servicios o mejoras de servicios;
- 328 procesos de producción nuevos o mejoras de procesos;
- 709 aplicaciones de patentes;
- 775 tesis académicas;
- 1811 publicaciones.

Recursos

Sin cacao no hay chocolate! Los países del primer mundo invierten en I+D más del 3,5% de su producto interno bruto. Solamente Finlandia invirtió en el año 2009 la suma de 6786 millones de euros (73% aportados por empresas). Y en ese mismo año, zonas del mundo como Asia invirtieron US\$387 billones; Estados Unidos US\$384 billones; y la Unión Europea 27 280 billones.

Así las cosas, los recursos son importantes pero más aún lo es la política de estos países; Finlandia, por ejemplo, tiene una política para la promoción de la ciencia y otra política para la generación de la tecnología e innovación, que se creó en 1982.

¿En que invierten? Fácil: en infraestructura, recurso humano, programas de investigación y redes. Por ejemplo,

y siguiendo el caso de Finlandia, desde 1992 a la fecha han triplicado la cantidad de postgraduados; solamente en el 2008 graduaron 1527 nuevos Ph.D. En investigación laboran más de 80 000 personas y enfocaron todos sus recursos en seis áreas estratégicas para el país.

Costa Rica y el TEC

Cansados ya de ver tan bonitos indicadores a nivel internacional, vamos a dar un vistazo a nuestros números.

Empezamos con una inversión en I+D de 0,49% del PIB; un total de 3101 investigadores, 13% de los cuales tienen grado de doctor; 140 doctores en 2009; aproximadamente 5806 personas que laboran en I+D; 20 patentes solicitadas, dos concedidas; tasa por millón de habitantes de 0,4... ¿Sigo? Mejor no.

A 40 años de la creación del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) nos damos cuenta de que se deben realizar cambios de rumbo. El modelo económico que se ejecutaba en Costa Rica cuando se creó el TEC ya no aplica.

Lo pendiente de resolver no es solo la falta de recursos, sino que no existe una política clara y menos un sistema de innovación. Por ello, en estos momentos es fundamental que cada actor clave tome el rol que le corresponde y no que sea como la respuesta que dio el gato de Cheshire a Alicia cuando ella le pregunta:

“Would you tell me, please, which way I ought to go from here?”

“That depends a good deal on where you want to get to,” said the Cat.

“I don’t much care where”, said Alice.”

“Then it doesn’t matter which way you go,” said the Cat.

Ya la Comisión Nacional para la Innovación 2007 (de la cual forma parte el actual Ministro de Ciencia y Tecnología Alejandro Cruz) en su informe final, nos da un diagnóstico y señala un camino a seguir y debemos apoyar los esfuerzos del MICIT.

Para el TEC, generar acciones claras para que la investigación deje de ser una palabra es una responsabilidad.

“Cada vez que se logra crear un nuevo espacio para la ciencia y la investigación, la academia debe regocijarse”

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

Con estas palabras se refiere el Dr. Olman Murillo, profesor e investigador de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), a la creación del nuevo laboratorio especializado en genética molecular forestal, recientemente equipado en esa unidad académica.

Y agrega: “Por supuesto que lo duro es lo que sigue: mantenerlo activo, generar y divulgar nuevo conocimiento, conseguir fondos para la constante renovación de equipo, mantener una creciente población de tesis, etc.”

Se trata de un laboratorio especializado en genética molecular forestal, el primero en su género en la región, que permite el desarrollo de aplicaciones en el campo de la genética de poblaciones, considerada la genética del futuro. En el país existen laboratorios similares que trabajan en el campo humano, biológico y de agricultura, pero este tiene la particularidad de que es específico para el área forestal.

Constituye una herramienta de alto nivel para asistir programas de mejoramiento genético, de conservación de especies amenazadas y de manejo de poblaciones. Pueden desarrollarse aplicaciones también en el campo de la ecología, la taxonomía y en asuntos forenses, como por ejemplo el control de la tala ilegal.

Y según lo manifestado por la ingeniera Fabiana Rojas, investigadora y coordinadora de este laboratorio, las nuevas instalaciones también servirán de apoyo al desarrollo empresarial de la cooperativa de mejoramiento genético forestal (GENFORES) creada por la institución desde hace 10 años.

Laboratorio de alto nivel

Este nuevo laboratorio contiene el equipo básico para desarrollar todas las aplicaciones conocidas en el campo de los marcadores genéticos a escala internacional, con excepción de la secuenciación genética. Por tanto, según los investigadores entrevistados, posiciona al TEC a nivel internacional en el campo de la genética de poblaciones y del uso de marcadores genéticos, ya que permite trabajar con: microsátélites, AFLPs, isoenzimas, RAPDs, SCARs, cloroplastos e intróns, entre otros tipos.

Equipos

El laboratorio contiene todo el equipamiento básico para desarrollar análisis con las técnicas de electroforesis. Posee un sistema de documentación de geles con luz ultravioleta, que además de proteger al usuario, permite obtener fotografías de gran calidad. Posee un equipo de electroforesis automatizada, capaz de analizar más de 107 muestras en una sola corrida de aproximadamente 1 hora y 30 minutos. Este equipo indica, al final de la corrida, el tamaño en pares de bases de los productos amplificados por la técnica de PCR. En el país existen solamente dos equipos de este tipo.

Por otra parte, el laboratorio es el primero en el TEC en poseer un sistema de purificación de agua de tipo 2 y en poco tiempo agua tipo 1, vitales para poder utilizar equipos avanzados de electroforesis.

Tipos de análisis

Los análisis que se realizan hoy día son:

- determinación de la huella genética de cada clon (genotipo) existente en las colecciones genéticas de las empresas miembros de GENFORES. Con esto se registrará el material genético para su protección;
- estimación de parámetros genéticos en las poblaciones de mejoramiento (diversidad y variabilidad genética, consanguinidad o parentesco, distancias genéticas entre individuos; tamaño de población efectivo, tasa de autofertilización);
- determinación de la pureza clonal en los invernaderos de producción comercial de clones;
- verificación de efectividad en cruzamientos controlados;
- verificación de identidad en ensayos genéticos;
- determinación de especies (taxonomía) dentro de grupos botánicos; y
- en un futuro cercano, selección temprana de genotipos superiores. Muchas nuevas aplicaciones se espera sean también desarrolladas vía investigación.

Beneficiarios

Ya varios grupos se están beneficiando del laboratorio, tanto en aspectos docentes/académicos, como en el servicio a empresas. Además, estudiantes del TEC utili-

zan el laboratorio en prácticas de cursos, pasantías de estudiantes o investigadores extranjeros y tesis de pregrado y posgrado.

Con las empresas miembros de GENFORES se están desarrollando varios servicios: a) verificación de pureza clonal en sus invernaderos; b) determinación de la huella digital de cada genotipo para el registro y protección de sus colecciones; y c) verificación de cruzamientos controlados.

Costos y financiamiento

Los investigadores Olman Murillo y Fabiana Rojas, indicaron que, en términos generales, solamente la inversión en equipo ha sido de aproximadamente \$128 000, sin contar el trabajo realizado en infraestructura y remodelación. El laboratorio tiene una superficie de aproximadamente 25 m² y se localiza en el Centro de Investigación en Integración Bosque-Industria, (CIIBI), de la Escuela de Ingeniería Forestal.

El laboratorio actual es el resultado de nueve años continuos de investigación en este campo, donde se tuvo la cooperación del Centro de Investigaciones en Biotecnología (CIB) de la Escuela de Biología, en sus primeros años.

El equipo se fue adquiriendo poco a poco, vía proyectos de investigación y algún aporte de las empresas miembro de GENFORES. De manera general, los fondos han provenido de proyectos financiados por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC (tanto de proyectos como de ayuda solicitada, por ejemplo, para la construcción del mobiliario), la Fundación CRUSA, el Consejo Nacional de Rectores (CONARE, fondos concursables), proyectos del Fondo Especial de la Educación Superior (FEES), fondos provenientes de FUNDATEC y aporte de la docencia.

Con respecto a la instalación, dijeron los investigadores, se debe agradecer al departamento de Administración del Mantenimiento por la ayuda en la remodelación del espacio físico dentro del CIIBI.



Programa de nanotecnología del TEC crece y amplía lazos de colaboración

• Busca que los conocimientos lleguen a muchos sectores de la población

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

El Programa de Investigación en Nanotecnología del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), creado recientemente, va creciendo y ya se relaciona con otras instituciones y entidades.

Así lo comentó su coordinadora general, la doctora Paola Vega, profesora e investigadora de la Escuela de Ingeniería Electrónica del TEC.

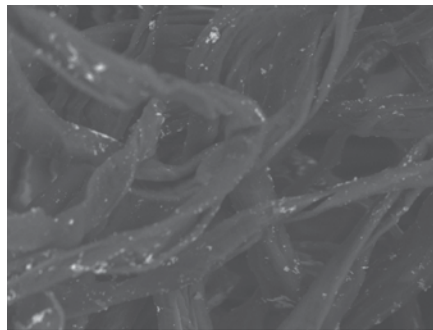
Algunos proyectos, explicó, podrían tener aplicaciones comerciales, por lo que debido a razones de propiedad intelectual se deben manejar solo a nivel del TEC. Estas buscan contribuir a solucionar problemas de pequeñas y medianas empresas (PYMES). Sin embargo, los investigadores del Programa también están trabajando en otras investigaciones, junto a profesionales de otras universidades.

Concurso CRUSA-CSIC

Uno de esos trabajos es el proyecto de investigación ganador de la convocatoria de fondos concursables de la Fundación CRUSA y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (CSIC), y que fue planteado de manera co-

laborativa con investigadores de la Universidad de Costa Rica y de ese país europeo.

El proyecto se denomina “Nanoalambres de cobre a partir de moléculas diméricas de cobre (II) autoensambladas: generando nuevos nanocircuitos integrados”. En la investigación participan los académicos Paola Vega y Juan Scott Chaves, por el TEC; Mavis Montero y Carlos León de la Universidad de Costa Rica; y Daniel Ruiz, de la Universidad Autónoma de Barcelona.



La imagen muestra nanopartículas de plata adheridas a una tela de algodón. Este experimento se realizó en el Laboratorio Institucional de Nanotecnología del TEC y podría aplicarse en la fabricación de telas resistentes a las manchas y a microorganismos, entre otros.

De los proyectos presentados para concursar por este tipo de fondos, únicamente cinco resultaron ganadores.

Según explicó la investigadora Paola Vega, lo que se busca con este trabajo científico es poder

lograr, en escala nano, que los átomos se adhieran a una superficie -y lo hagan automáticamente- en la forma en que se requiere, según las necesidades. Por ejemplo, que se autoensamben en una sola capa delgada, del espesor de un átomo, y solo en ciertos lugares de un sustrato, formando un nanoalambre de cobre.

Hasta ahora, lo que se ha logrado es que los átomos cubran grandes áreas de una superficie de cobre, pero aún no es una deposición selectiva, “a la medida de las necesidades”. Por ejemplo, en la fabricación de circuitos integrados se requiere que las interconexiones conecten dos puntos distintos de un circuito integrado; pero estas interconexiones, estos “alambres”, son cada vez son más finos, son “nanoalambres” y por lo tanto se requiere de una escala nanométrica para lograrlo.

La investigación, por lo tanto, busca la forma de depositar el cobre en una superficie y que automáticamente se ordene para crear esos nanoalambres de cobre a la medida.

Aplicaciones

Los resultados de esta investigación se podrían aplicar, eventualmente, en la construcción de circuitos integrados más pequeños que los actuales, lo que permitiría la fabricación de, por ejemplo, aparatos

electrónicos mucho más pequeños también.



Laboratorio Institucional de Nanotecnología del TEC. Para que pueda hablarse de nanotecnología se deben cumplir tres condiciones: que las partículas sean de menos de 100 nanómetros; que su formación pueda controlarse; y que el producto tenga una utilidad práctica.

Los nanoalambres de cobre también podrían tener aplicaciones en dispositivos biomédicos, haciendo que sean más pequeños y más cómodos para el paciente al poder miniaturizar aún más los circuitos electrónicos que los controlan y reducir el tamaño de los sensores con diversos propósitos, conectados por medio de nanoalambres en el cuerpo humano.

La doctora Vega opina que todo lo que haga que los circuitos sean más pequeños será para beneficio de la electrónica en general, la biomedicina y otras ramas en particular.

Contacto con empresarios

El Programa de Investigación en Nanotecnología también ha establecido contacto con empresarios, con el objetivo de que muchas PYMES se puedan beneficiar de estos conocimientos.

Por ejemplo, la Federación de Cooperativas (FEDECOOP) solicitó

una charla por parte de los investigadores para conocer los beneficios de la nanotecnología y determinar en qué puede ayudar a los pequeños y medianos productores.

Este campo, entre muchos otros usos, puede ayudar en el crecimiento de los cultivos así como en el combate de hongos y bacterias en plantas contaminadas y enfermedades en general.

En el combate de hongos y bacterias se pueden utilizar nanopartículas de plata. En el caso de las bacterias, nanotubos de carbono con partículas de hierro. Los microorganismos ingieren los nanotubos con hierro para extraer el hierro y eso provoca su destrucción.

La nanotecnología también puede ayudar a producir textiles antimanchas y antimicrobiales; estos últimos podrían utilizarse en hospitales para ayudar a reducir las infecciones.

En el campo de la ebanistería y la fabricación de estructuras de madera, la nanotecnología puede contribuir para aprovechar los desechos y producir piezas mucho más resistentes.

Por otra parte, en el campo de la producción de plásticos, esta tecnología puede aplicarse con el fin de reforzarlos según las necesidades, por ejemplo los que se utilizan en agricultura y deben cambiarse con mucha frecuencia. Su aplicación, además, reduciría la contaminación con plásticos porque los haría más duraderos y eso también disminuye los costos.

Finalmente, se pueden utilizar nanosensores para el asegura-

miento de la calidad del agua y el sensado de gases, ya que tales dispositivos detectan hasta una sola molécula que pueda contaminarlos.

La doctora Paola Vega y el máster Juan Chaves tienen muy claro que el Programa de Investigación en Nanotecnología del TEC busca democratizar los conocimientos y aplicaciones de la nanotecnología, a fin de que esta disciplina no se convierta en un monopolio y, más bien, pueda ser aprovechada por muchos sectores.

Colaboradores del Programa de Investigación en Nanotecnología

Paola Vega, coordinadora general
Juan Scott Chaves, coordinador técnico
Marta Vílchez
Ricardo Coy
Elizabeth Arnáez
Dora Flores
Silvana Alvarenga
William Benavides
Juan Carlos Carvajal
Lía Castro
Fabiola Jiménez
Carlos Mata
María Lourdes Medina
Virginia Montero
Ileana Moreira
Noemi Quirós
Ricardo Starbird
Aura Ledezma
Federico Masís
Ivonne Vásquez
Laura Rojas
Lilliana Harley
Rafael Loaiza

Misión cumplida: TEC se compenetra

con las empresas y fortalece el quehacer de los ingenieros agrícolas

Máximo Villón
Escuela de Ingeniería Agrícola
Instituto Tecnológico de Costa Rica
mvillon@itcr.ac.cr
<http://publicacionesmaxsoft.blogspot.com/>

La Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) comunica con gran satisfacción que, con el apoyo y financiamiento de las empresas ADN Industrial S.A. y PRODAC de Perú, se ofreció el taller Técnico de diseño de obras con gaviones.

Este taller se realizó en el mes de enero anterior en la Sala de Aplicaciones de Ingeniería del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), y se brindó a dos grupos: uno de 22 participantes y otro de 43. El taller nos permitió cumplir con nuestra tarea como institución de realizar la transmisión de conocimientos y la transferencia de tecnología computacional de los software Pirka1 y Pirka2, desarrollados en el Perú, para el diseño de gaviones.



El taller Técnico de diseño de obras con gaviones se ofreció a dos grupos. Estos son los participantes del primer grupo.

Programa del taller Técnico de diseño de obras con gaviones

8:00-9:00 am. Máster Eugenio Trejos, rector del TEC, Ing. Javier Arancibia.

- Bienvenida, generalidades y aplicaciones con gaviones.

9:00-10:00 am. Ing. Wilfredo Hinostroza.

- Especificaciones técnicas y normas de la fabricación de los gaviones.

10:00-10:15 am. Café.

10:15-11:00 am. Ing. Javier Arancibia.

- Introducción al uso del software Pirka1, para el diseño de muros de gravedad.

11:00 am-12:00 m. Ing. Javier Arancibia.

- Ejemplo práctico de aplicación con Pirka1.

12:00 m-1:00 pm. Almuerzo

1:00-2:00 pm. Ing. Omar Chang.

- Introducción al uso del software Pirka2, para el diseño de muros con suelo reforzado.

2:00-3:00 pm. Ing. Omar Chang.

- Ejemplo práctico de aplicación con Pirka2.

3:00-3:15 pm. Café.

3:15-4:45 pm. Ing. Omar Chang.

- Ejemplo práctico de aplicación con Pirka2.

4:45-5:00 pm. Clausura y entrega de certificados.

Material entregado a los participantes:

- Carpeta y lapicero.

- CD con el software Pirka1 y Pirka2, así como los manuales en formato .pdf.

- Certificado de participación otorgado por los organizadores del taller, con una duración de ocho horas.

Empresas participantes

Los participantes del taller se desplazaron desde diferentes puntos del país y trabajan en las siguientes empresas:

Grupo Acón, Comisión Nacional de Emergencia, El Almendro, RAA S.A., H&M Maquinar, Autopistas del Sol, AyA, Arquimuro, Hernández y Martín, Náutica, JyE Matamoros, Codinsa, Palma Tica S.A. Quepos, Ingaguas S.A., Dirección de Agua-MINAET, Chiquita Brands Internacional, OKAMA MB CORPORACIÓN S.A., Municipalidad de Turrialba, Municipalidad de La Unión, ICE, Coopeagropal, INA, Durman Esquivel, Escuela de Ingeniería Agrícola del TEC, Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción (CIVCO) del TEC, Administración de Mantenimiento del TEC, Escuela de Ciencia e Ingeniería de Materiales del TEC, Escuela de Arquitectura del TEC y Dole, entre otros.

Hablan los participantes

Los participantes manifestaron su complacencia por haber sido invitados a participar en este taller; a continuación se transcriben los comentarios de algunos de ellos.

Ing. Roger García, del Senara: “Para mí se aprovechó el tiempo al máximo. El curso fue muy directo, con información actualizada y detallada, para cerrar con la práctica del programa, el cual es sumamente útil. Esto nos da más criterio para el análisis de problemas con este tipo de estructuras. Valió la pena y felicidades por el esfuerzo”.

Ing. Sergio Arrieta, de Durman Esquivel: “Primero que nada muchas gracias por la invitación. El taller estuvo muy interesante y en lo particular me resulta muy útil ya que durante mi ejercicio profesional ha sido frecuente encontrarme con proyectos que involucran el uso de gaviones. A pesar de no estar uno directamente ligado al diseño o construcción de tales estructuras, es muy útil tener conocimiento sobre las características de ellas y poder aportar ideas sobre su posible uso. También me pareció muy útil e interesante el software porque complementa lo que aprendí

en los cursos de mecánica de suelos de ingeniería civil. Le reitero mi agradecimiento y espero que me tome en cuenta para futuros cursos”.

Ing. Esteban Hernández, de la Municipalidad de Turrialba: “El taller me pareció interesante, ya que me permitió conocer más el detalle de los sistemas de gaviones, sobre todo en su parte de normalización”.

Ing. Gustavo Fallas, instructor del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA): “Estas actividades sirven para fortalecer el quehacer de los ingenieros agrícolas, a la vez que nos permite conocer diferentes generaciones de colegas. La actividad está bien con el fin de actualizar conocimientos y sus aplicaciones en los diferentes campos de la ingeniería; no se olvide de tomarme en cuenta para el taller de marzo o mayo, me interesa, gracias por preocuparse por la realización de estas actividades y mantener activa a la Escuela de Ingeniería Agrícola del TEC.”

Ing. Allan Ulloa, de Chiquita Brands Internacional: “Me resultó muy provechoso porque en la compañía donde trabajo se realizan muchas obras con este tipo de módulos; sería un placer tenerlo con un grupo de estudiantes por acá en alguna gira y mostrarles lo que ha venido haciendo la compañía para el control de avenidas máximas. Reitero el agradecimiento y que me siga tomando en cuenta para este tipo de talleres, cursos, actualizaciones con las cuales se crece profesionalmente, además de saludar a los profesores que nos dieron las armas para comenzar a trabajar.



Un total de 43 personas participaron en el segundo grupo del taller.

Ing. Fernando Watson, de la Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET): “El tema visto en el taller es parte del día a día de la Dirección de Agua. Excelente desde el punto de vista de contactos profesionales, además nos viene a enriquecer los conocimientos en el tema.”

Ing. Laura Segura, del TEC: “Me gustó mucho la actividad ya que es importante conocer sobre estas técnicas constructivas y quiénes son los que las están desarrollando, siempre es importante tener ese contacto directo con las personas.

“Con respecto al aprovechamiento del taller en mis labores, me sirvió para dos cosas muy concretas: 1) a la hora de hacer una modelación hidráulica y proponer las medidas de mitigación, se puede ahondar en el tema de uso de gaviones y empezar a hacer propuestas (con sus respectivos presupuestos); se le puede llegar a la empresa que instala los gaviones con ideas concretas para ser analizadas; 2) conocimos al personal de una empresa fuerte en este mercado y se puede empezar a coordinar directamente con ellos en el caso de tener que implementar una solución utilizando gaviones”.

Ing. Juanita Flores, de Chiquita Brands Internacional:

“Primero, muchas gracias por tenerme en cuenta para este tipo de actividades, ya que al estar trabajando el tiempo se vuelve muy corto para poder informarse sobre talleres, cursos etc. Es un taller que viene a darnos conocimientos y contactos para realizar este tipo de estructura muy común en la compañía para la que laboro. Me parece que estuvo muy bien organizado y por eso se le pudo sacar el provecho”.

Ing. José Miguel Zeledón, Jefe de la Dirección de Agua del MINAET: “Muchas gracias por tenerme en cuenta para este tipo de actualizaciones y en representación de la Dirección de Agua; sin duda es un tema del día a día por lo cual creo que ha sido de mucha utilidad conocer más sobre gaviones.”

Agradecimientos

Este taller se pudo realizar gracias al apoyo de las empresas ADN INDUSTRIAL S.A. y PRODAC del Perú, las cuales financiaron la traída de los expositores, los materiales entregados a los expositores y los cafés y almuerzos.

La Escuela de Ingeniería Agrícola agradece a:

- Ing. Alejandro Gordienko, gerente general de ADN INDUSTRIAL S.A.
- Ing. Javier Arancibia, expositor y representante en Centroamérica de PRODAC de Perú.
- Ing. Omar Chan e Ing. Wilfredo Hinojosa, por participar como expositores.



TEC | Tecnológico de Costa Rica

investiga.tec es una publicación cuatrimestral de la
Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Editora: Marcela Guzmán O.

Comité Editorial:

Dagoberto Arias A.
Marisela Bonilla F.
Marcela Guzmán O.
Silvia Hidalgo S.
Ileana Ma. Moreira G.

Teléfonos: 2550-2315 ó 2550-2151 / Correo electrónico: vic-tec@iter.ac.cr
Apartado postal 149-7050, Cartago, Costa Rica

Diagramación e impresión:
Litografía e Imprenta Universal