

ACTIVIDADES PARA EL APRENDIZAJE EXPERIENCIAL Y SITUADO, ESTRATEGIAS PARA LA FORMACIÓN INTEGRAL DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

R. Mandujano Ponce de León¹
J. E. Chong Quero²

RESUMEN

El presente trabajo describe una propuesta de solución a una preocupación substancial en cuanto a la formación de ingenieros: ¿cómo favorecer el espíritu creativo y participativo en los estudiantes y al mismo tiempo desarrollar en ellos competencias personales y profesionales? La participación en exposiciones, concursos y otros certámenes le da al estudiante la ocasión para observar su aprendizaje como parte y producto de la actividad. En este trabajo se relatan dos experiencias distintas de participación en concursos y exposiciones, pero en áreas disciplinares diferentes: una asignatura en la que se desarrollan las competencias lingüísticas; otra, en la que se desarrollan las competencias de tecnologías de información y electrónica. Lo anterior permitirá analizar el proceso de aprendizaje del estudiante de ingeniería desde distintas ópticas: la expresión verbal, el análisis del contexto y la aplicación de sus conocimientos en la resolución de problemas reales. De acuerdo a lo antes descrito, se propone utilizar el aprendizaje experiencial y el aprendizaje situado en la formación de ingenieros, pues las estrategias bien dirigidas ayudarán a complementar y exponenciar los resultados de la enseñanza en aula.

ANTECEDENTES

El Modelo educativo del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) pone especial énfasis en la formación integral del estudiante, es por ello que a la formación científica y tecnológica se suman acciones que están directamente relacionadas con la formación profesional y estrategias de educación transversal que fomentan la participación activa en proyectos de intervención en la comunidad, la asistencia y organización de congresos (ITESM, 2014). Ejemplo de estas acciones son las cátedras de investigación, los concursos y las exposiciones orales. El análisis de la participación de los estudiantes en estas actividades permite a los autores describir en paralelo los procedimientos, resultados y logros alcanzados en dos experiencias disímiles por su género y propósito, pero hermanadas por las estrategias de aprendizaje experiencial y situado que las guían. Ambas prácticas proporcionan al aprendiz la oportunidad de desarrollar tanto las competencias lingüísticas, como las disciplinares, así como solucionar problemas reales, como es el caso de las cátedras de investigación; o vivir simulaciones situadas, como en los concursos y las exposiciones de expresión oral.

Dichas exposiciones son parte de una estrategia de educación transversal en el Tecnológico de Monterrey que responde a la necesidad de desarrollar las competencias lingüísticas dentro de la formación integral de los alumnos. Dado que en el día a día el ingeniero requiere utilizar el lenguaje en múltiples situaciones comunicativas, es fundamental que conozca las distintas modalidades discursivas y se desenvuelva con destreza en ellas, por esa razón, el claustro docente del Programa de Lengua pensó en las exposiciones de expresión oral, como un espacio público en el que los participantes comparten con la comunidad estudiantil (estudiantes, profesores y padres de familia) del campus Estado de México sus conocimientos sobre temas de

¹ Profesora de Tiempo Completo del Departamento de Ciencias de la Conducta y Humanidades. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey - Campus Estado de México. rumandujano@itesm.mx.

² Profesor investigador del Departamento de Mecatrónica. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey - Campus Estado de México. jchong@itesm.mx.

interés general, al tiempo que dinamizan sus habilidades lingüísticas y comunicativas mediante la exposición eficiente de dichos temas (Programa de Lengua, 2014).

Por otro lado, las cátedras de investigación responden a las estrategias del Tecnológico de Monterrey para la generación de conocimiento. Estas tienen entre sus propósitos la formación de estudiantes de profesional, maestría y doctorado. Por esta razón es importante que los estudiantes de las diferentes disciplinas participen en dichos grupos dirigidos por investigadores adscritos a las cátedras a través de Estancias de Investigación. Las Estancias son materias con valor curricular que los estudiantes cursan a partir del sexto semestre y que se revalidan por tópicos y se llevan a cabo, tanto dentro del campus, como fuera de este. Como resultado de la cátedra de investigación de Robótica y Sistemas Inteligentes se deriva la participación de los estudiantes en concursos y congresos, tanto nacionales como internacionales.

Para fundamentar este trabajo se describe por separado cada experiencia desde su procedimiento y logros alcanzados para, luego, converger en la discusión de resultados y conclusiones.

METODOLOGÍA

Descripción y metodología de los concursos de expresión oral

Las asignaturas de Análisis y expresión verbal (AEV) y Expresión verbal en el ámbito profesional (EVAP) se comparten con todos los estudiantes del ITESM desde primero hasta sexto semestre. En ambos cursos, desde el primer día del semestre se invita a los estudiantes a participar en el “Ágora” que es un lugar en donde durante un día, los alumnos ejercitan la expresión oral mediante la exposición de distintas modalidades discursivas (Programa de Lengua, 2014).

En el curso AEV, la intención educativa es que el estudiante desarrolle las estrategias de pensamiento crítico necesarias para investigar, leer, comprender, analizar y presentar de forma oral y por escrito, textos académicos expositivos y argumentativos. Por ello, durante los tres primeros meses del semestre, los participantes inscritos en este curso seleccionan el tema, bosquejan sus ideas, realizan investigación documental y redactan un bosquejo de oración completa, entre otros procesos necesarios para convertirse en escritores intencionales de textos encaminados a la composición de discursos expositivos y/o persuasivos.

Por su parte, en la asignatura de EVAP el objetivo de aprendizaje es que el educando desarrolle la habilidad de expresarse verbalmente de forma correcta, a partir de la ejercitación de argumentos, de juicios de valor y el empleo de un léxico especializado para ser redactores y expositores competentes en su ámbito profesional, en este caso en el área de ingeniería. Por tal motivo, los estudiantes de esta asignatura preparan sus participaciones en conferencias, debates, paneles y mesas redondas. Tanto en el proceso, como en el transcurso, el estudiante de ingeniería experimenta lo más cercano a algunas de las situaciones comunicativas que vive el ingeniero cotidianamente (negociar, orientar, comunicar decisiones, consultar, producir conocimiento y gestionar información), (Stagnaro, Ciozi y Miguez, 2013), entre otros; puesto que participan activamente en la organización del certamen como supervisores de la logística, maestros de ceremonia y expositores.

En todos los casos, lo esencial para el estudiante es reconocer la situación comunicativa en la que se encuentra para determinar qué tipo de texto debe generar, pues las formas de manifestación

lingüística que toma un texto están estrechamente vinculadas con el tipo de enunciación (Martínez, 2002). En el caso de los discursos dialógicos, el desafío no solo consiste en identificar la situación de enunciación; sino de poner en juego sus habilidades de comunicación interpersonal y aprendizaje colaborativo, dado que los equipos para presentar este tipo de discursos deben conformarse de manera intergrupala; de tal manera que el primer reto es la búsqueda y reconocimiento de sus compañeros de equipo; el segundo, la interacción y comunicación entre ellos para lo cual hacen uso de las tecnologías de comunicación social y el tercer reto es la selección del tema y la organización jerárquica de ideas en función del significado global del texto.

Descripción y metodología de las Cátedras de investigación

Una de las cátedras de investigación existentes en el campus Estado de México es la de Robótica y Sistemas Inteligentes. En ella, el grupo de investigación en Bioingeniería Aplicada desarrolla dos líneas de investigación: la valoración y neurorehabilitación de niños con discapacidades, y el modelado y simulación de ultrasonido focalizado de alta intensidad (HIFU, por sus siglas en inglés) para el tratamiento del cáncer.

En estas líneas de investigación y a través del programa Estancias de Investigación, desde el año 2010 se han reclutado a 16 alumnos de las carreras de Ingeniería en Tecnologías Electrónicas, Ingeniería en Mecatrónica e Ingeniería en Sistemas Digitales y Robótica.

El procedimiento para que un alumno participe en una estancia de investigación es el siguiente:

- El alumno revisa la página de Investigación para conocer los proyectos, detecta aquellos proyectos en los que le gustaría participar de acuerdo al área temática de interés y envía un correo a esa página con sus datos generales y el proyecto en el que desea participar; luego el estudiante se comunica con la Dirección de Investigación para concertar una cita con el líder de proyecto.
- Con ayuda del profesor investigador, el alumno suscribe el proyecto en el que participará, delimitando objetivo, productos y plazos en los que se llevará a cabo el proyecto y en los que el estudiante tendrá crédito. Esto quiere decir que las Estancias de Investigación podrán ser revalidadas por un tópico o por una materia cuyo contenido sea congruente con la investigación realizada.
- Tanto la revalidación como el asesoramiento de las materias estará a cargo del Director de Carrera por lo que es necesario que él esté al tanto de los planes del estudiante, para realizar los trámites administrativos pertinentes al final del semestre.

Los proyectos deberán estar orientados de tal forma que a su conclusión se presenten alguno de los siguientes productos que serán de la autoría o coautoría del alumno: artículo para conferencia arbitrada, artículo para revista indizada, capítulo de libro, libro, patente, entre otros.

El trabajo realizado por los alumnos

Dentro de la línea de investigación en valoración y rehabilitación de niños con discapacidades, los alumnos han trabajado en las siguientes tareas:

- Desarrollo de un dispositivo para la rehabilitación del movimiento de pronosupinación en niños con parálisis cerebral. El objetivo de este proyecto fue desarrollar un dispositivo que permitiera la cuantificación del movimiento de pronosupinación del antebrazo y que dicha cuantificación permitiera al usuario controlar un personaje dentro de un videojuego; de esta

manera, el videojuego contiene la estrategia de rehabilitación. En la Figura 1 se muestra el dispositivo desarrollado por los alumnos, mientras que en las Figuras 2 y 3 se muestran las capturas de pantallas de los videojuegos desarrollados para el uso con el dispositivo.

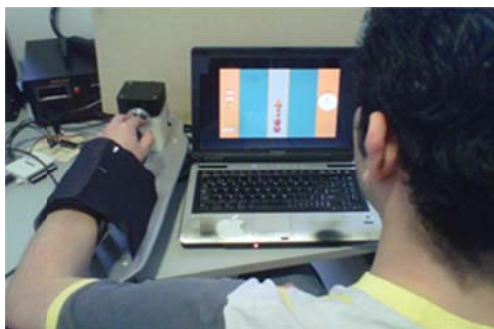


Figura 1. Dispositivo para rehabilitación del movimiento de pronosupinación de niños con parálisis cerebral



Figura 2. Videojuego “Atrápalo si puedes” para uso con el dispositivo de rehabilitación mostrado en la Figura 1

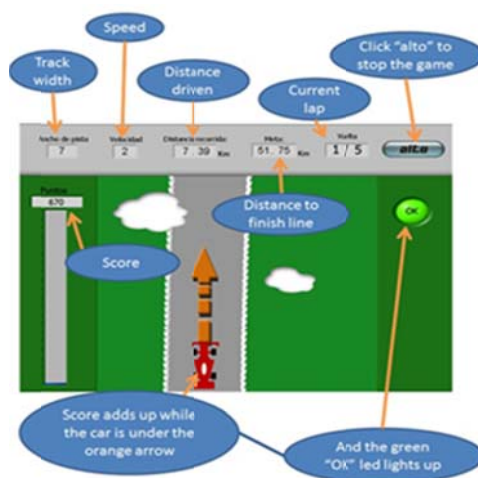


Figura 3. Videojuego “Pista de carreras” para uso con el dispositivo de rehabilitación mostrado en la Figura 1

- Desarrollo y pruebas de un dispositivo para la valoración de la calidad del movimiento del miembro superior de niños afectados por parálisis cerebral. El objetivo de este proyecto es

desarrollar y validar un dispositivo que permita valorar la capacidad funcional del miembro superior basado en la calidad del movimiento, para lo cual, se emplea un sensor inercial de 9 grados de libertad (acelerómetro, giroscopio y magnetómetro) así como una serie de sensores colocados en un tablero de juego con 4 huecos de diferentes formas geométricas (cuadrado, triángulo, círculo y rectángulo), cada uno correspondientes a 4 piezas de madera que deben ser colocadas en sus respectivos huecos. Estos sensores permiten detectar la inserción o remoción de cada una de las piezas dentro de los huecos, la fuerza y trayectoria cuando las piezas se arrastran sobre el tablero, el inicio y fin de cada intento por parte del paciente para colocar las piezas dentro de los huecos, así como la aceleración e inclinación de la muñeca del paciente en un sistema tridimensional. En la Figura 4 se muestra a un paciente empleando el dispositivo en una rutina de valoración.



Figura 4. Dispositivo “Sorting Block Box” para la valoración de la calidad del movimiento del miembro superior

- Implementación y comparación de métricas cuantitativas de la calidad del movimiento en miembro superior. El objetivo de este proyecto fue implementar y comparar al menos cuatro diferentes métricas de calidad del movimiento para determinar el grado de capacidad funcional del miembro superior de niños con parálisis cerebral. Las métricas se aplicaron en articulaciones como codo y muñeca a fin de determinar el punto de medición más confiable para la valoración de los pacientes. En la Figura 5 se muestra un gráfico comparativo del movimiento angular de codo de un grupo de personas sanas y un grupo de personas afectadas, capturados durante una rutina específica de movimiento.

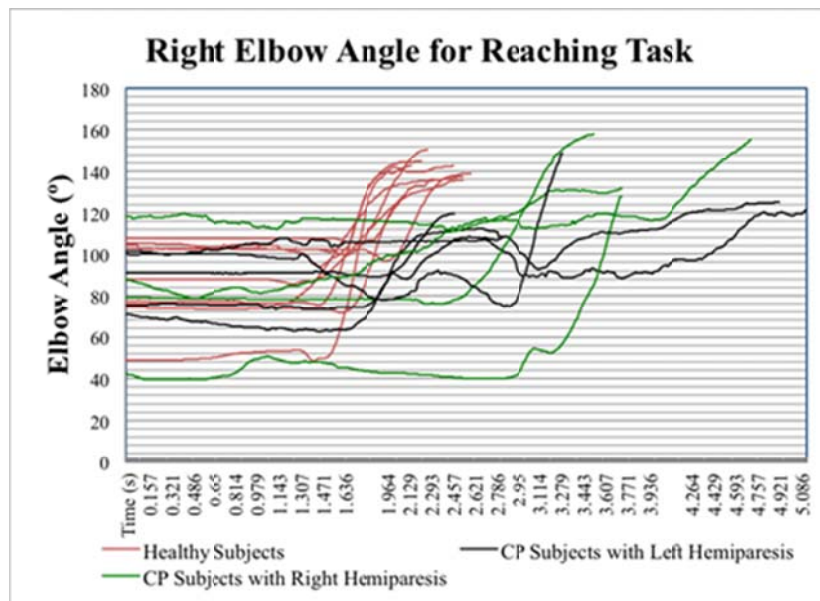


Figura 5. Gráfico comparativo del movimiento angular del codo de personas sanas y pacientes afectados con parálisis cerebral al desarrollar un movimiento específico

- Desarrollo de un dispositivo robótico para la rehabilitación de los movimientos de pronosupinación del antebrazo y flexoextensión de la muñeca, se muestra en la Figura 6. El objetivo de este proyecto fue desarrollar un dispositivo que permitiera la cuantificación y control del movimiento de pronosupinación del antebrazo y de flexoextensión de la mano, y que al mismo tiempo, la cuantificación de dichos movimientos permitiera al paciente controlar un personaje dentro de un videojuego, tal como se muestra en la Figura 6; de esta manera, el videojuego contiene la estrategia de rehabilitación.

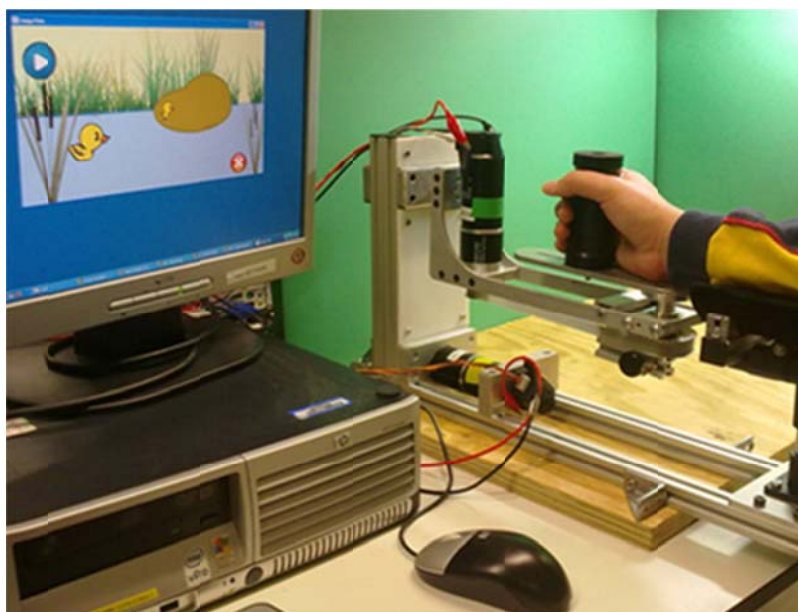


Figura 6. Dispositivo para rehabilitación del movimiento de pronosupinación de antebrazo y de flexoextensión de la mano, para niños con parálisis cerebral

- Implementación de un algoritmo de segmentación automático de imágenes de resonancia magnética. El objetivo de este proyecto fue la implementación y prueba de diferentes estrategias de segmentación de imágenes de resonancia magnética, como la que se muestra en la Figura 7, para la identificación de los diferentes objetos que se encontraban dentro de la imagen (transductor ultrasónico, agua, gel pad, aire y tejido) lo cual es un paso previo para la estimación de los efectos térmicos del ultrasonido en el tejido biológico. La Figura 8 muestra el resultado de la segmentación automática realizada por el algoritmo implementado por los alumnos.

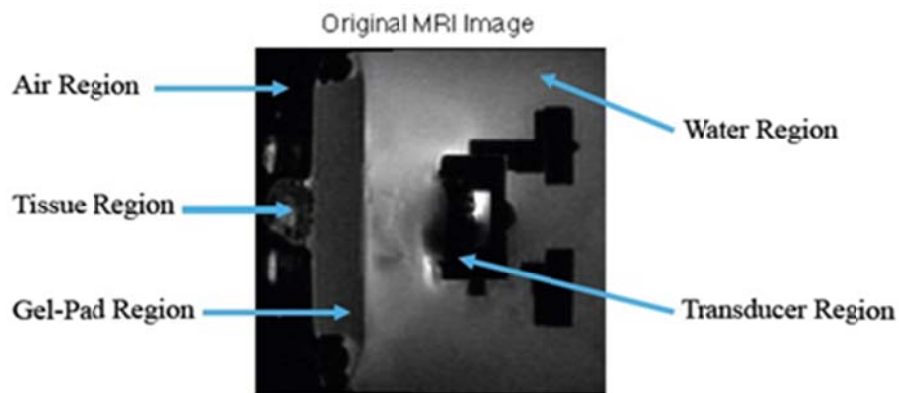


Figura 7. Imagen de resonancia magnética a segmentar en el cual se muestran las diferentes regiones a identificar

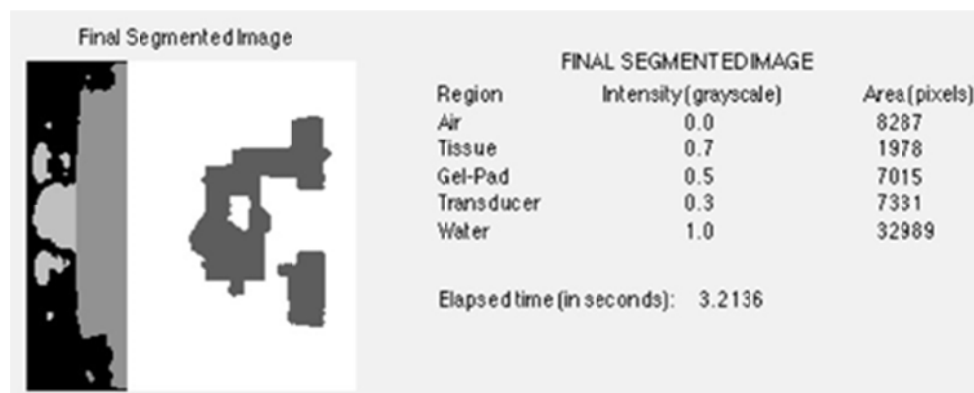


Figura 8. Imagen de resonancia magnética segmentada

- Implementación de un algoritmo de valoración de la calidad de la segmentación de imágenes de resonancia magnética. El objetivo de este proyecto es la implementación y prueba de diferentes métodos para evaluar la calidad de la segmentación realizada por algoritmos de segmentación automática de imágenes de resonancia magnética, lo cual permitiría evaluar la confiabilidad de los algoritmos de segmentación propuestos en el anterior proyecto.

Dentro de los beneficios logrados se encuentra, que a través de la realización de los proyectos generados por las cátedras de investigación, los alumnos desarrollan habilidades que los preparan para ser profesionistas competitivos, con competencias tales, como las que dicta la acreditación

de la *Southern Association of Colleges and Schools* (SACS, por sus siglas en inglés): la habilidad de diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar datos; la habilidad de diseñar sistemas, componentes o procesos que cumplan con necesidades específicas dentro de condiciones realistas como las del área de la salud, la habilidad de operar en equipos multidisciplinarios, la habilidad de comunicarse efectivamente y la habilidad de utilizar técnicas, habilidades y herramientas modernas de la ingeniería necesarias para la práctica de la ingeniería.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la observación de ambas experiencias fuera del aula se ha detectado que las competencias que los estudiantes de ingeniería dinamizan son aprender a aprender (el estudiante se percata de cómo utiliza el conocimiento teórico para la realización de un proyecto en particular); aprender a hacer (el estudiante pone en marcha aplicación práctica del conocimiento adquirido en el aula y en la vida); competencia comunicativa (el estudiante interactúa con sus pares y con expertos, comunica decisiones, explica la utilidad de su proyecto); conoce y es sensible de la realidad que lo rodea (se percibe como un ente social).

Por ejemplo, en cuanto a las cátedras de investigación, a los resultados institucionales se suma la percepción de los alumnos y exalumnos que han participado en estas estancias, quienes mencionan que los beneficios obtenidos por su participación son autoaprendizaje, capacidad de organización y capacidad de resolución de problemas. Como se ha visto en este artículo, la capacidad de aprender de forma autónoma es una de las competencias más apreciadas en el contexto actual, pues esta garantizará que el aprendiz se adapte a los cambios vertiginosos de la sociedad, a través de un aprendizaje continuado a lo largo de su vida (Romero, 2010).

Los beneficios institucionales que se han obtenido a través de las cátedras de investigación son: del 2010 a la fecha, 16 alumnos han participado en el programa de estancias de investigación. Se han publicado tres artículos en el *Pan American Health Care Exchanges* 2011, dos en el 10th *International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control* (CCE 2013), y uno en el *Pan American Health Care Exchanges* 2014. Se obtuvo el primer lugar en el concurso Universitrónica 2011, organizado por la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI); y dos estudiantes fueron aceptados para realizar una estancia por 6 meses en el departamento de Bioingeniería del *Imperial College London* en 2011.

El último punto es un logro, tomando en cuenta que las Estancias de Investigación constituyen una estrategia que contribuye a la formación de personas competitivas internacionalmente en su campo profesional, con una actitud innovadora y con un amplio sentido de la responsabilidad social.

Respecto a la participación en concursos y exposiciones de expresión oral, la encuesta realizada para efectos de este trabajo y que fue aplicada a 112 estudiantes de 2°, 4° y 6° semestre de distintas carreras de ingeniería (mecatrónica, biotecnología, sistemas computacionales, tecnologías electrónicas, sistemas digitales y robótica, etc.) y que han participado en este tipo de eventos, arroja que las competencias personales que desarrollan primordialmente son las de liderazgo, gestión de proyectos, trabajo colaborativo, comunicación oral y escrita, así como toma de decisiones, tal como se muestra en la Figura 9. Lo que hace mucho sentido cuando se sabe que las competencias más demandadas por los empleadores son el trabajo en equipo y sólidas

habilidades comunicativas: redacción, síntesis, argumentación, exposición y realización de presentaciones efectivas (Becerra y La Serna, 2010) y la capacidad de aprender de forma autónoma.

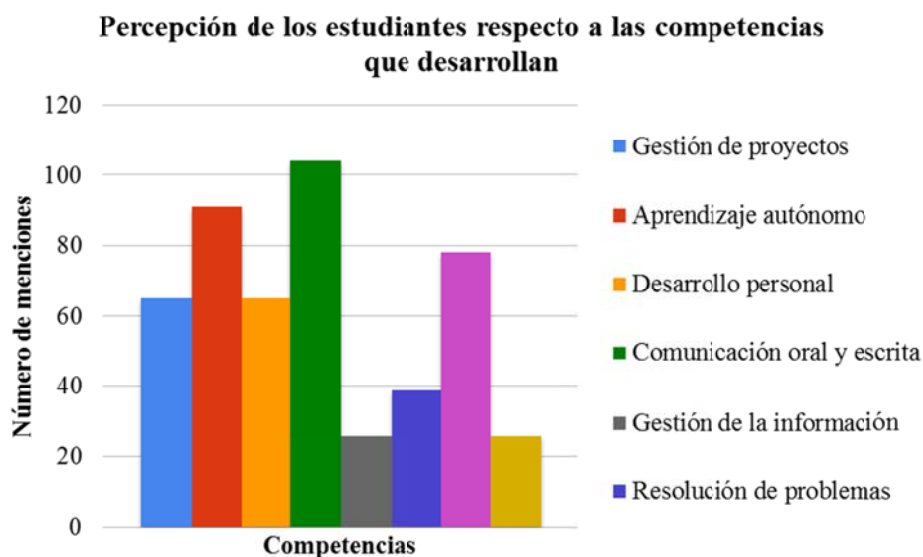


Figura 9. Datos obtenidos a partir de la encuesta aplicada a alumnos en relación a las competencias que ellos consideran desarrollar a través de su participación en concursos, exposiciones de expresión oral y estancias de investigación

El desarrollo de estas competencias en los estudiantes de ingeniería elevan su nivel de empleabilidad, a tal grado que en el 2012 se ubicó al Tecnológico de Monterrey como la mejor universidad para los empleadores en América Latina (ITESM, 2012).

CONCLUSIONES

En ambas experiencias educativas el aprendizaje experiencial le proporciona al educando la ocasión para vincular la teoría con la práctica, lo que hace que consolide el aprendizaje significativo y se fomente su capacidad de practicar lo aprendido (Romero, 2003). Sin embargo, Smith (2001) afirma que a la experiencia se le debe sumar la reflexión individual; es decir, un proceso de metacognición en el cual el sujeto se da cuenta qué está aprendiendo y la manera en cómo está adquiriendo saberes y haceres que pueda luego traspolar a otras situaciones de su vida personal y profesional. Adicionalmente, es importante subrayar la guía y liderazgo de los profesores para dirigir la experiencia sin obstaculizar el proceso reflexivo del estudiante, la interacción con los pares que les permite aprender en sociedad y el compartir con expertos que les proporciona un aprendizaje significativo.

BIBLIOGRAFÍA

Becerra, A. M. (n.d.). *Las competencias que demanda el mercado laboral de los profesionales del campo económico-empresarial en la actualidad*. Obtenida el 12 de marzo de 2014, de http://srvnetappseg.up.edu.pe/siswebciup/Files/DD1005%20-%20Becerra_La%20Serna.pdf

ITESM. (n.d.) *Modelo educativo del Tecnológico de Monterrey*. Obtenida el 18 de marzo, de <http://www.itesm.mx/wps/wcm/connect/ITESM/Tecnologico+de+Monterrey/Nosotros/Modelo+educativo+del+Tecnologico+de+Monterrey/>

ITESM. (n.d.) *Noticias del Tecnológico de Monterrey*. Obtenida el 18 de marzo, de http://www2.itesm.edu/wps/wcm/connect/SNC/Portal%20Informativo/Por%20Categoria/Institucion?WCM_PI=1&cache=none&WCM_Page.912d9c004d57a5c7ba8dfb8f64e46646=44

ITESM. (2012). *Es el Tecnológico de Monterrey la mejor universidad para los empleadores de AL*. Obtenida el 18 de marzo, de <http://www.itesm.mx/wps/wcm/connect/snc/portal+informativo/por+tema/educacion/tecdemtymejoruniversidadqs14jun12>

Martínez, M. C. (2002). *Estrategias de lectura y escritura de texto. Perspectivas teóricas y talleres*. Colombia. Cátedra UNESCO MECEAL, lectura y escritura.

Morales, E. (2013). *Iniciativa CDIO: Un Nuevo Paradigma en la Formación de Ingenieros a Nivel Global*. Obtenida el 12 de marzo de 2014, de <http://www.cdio.cl/seminario-web-cdio-formando-los-ingenieros-del-futuro/presentacion-e.-morales>

Romero, M. (2003). *El aprendizaje experiencial y las nuevas demandas formativas*. Obtenida el 10 de enero de 2014, de <http://www.ujaen.es/huesped/rae/articulos2010/edu1008pdf.pdf>