

CUERPOS ACADÉMICOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO, ESTRATEGIA DE VINCULACIÓN Y FORMACIÓN DE INGENIEROS EN INSTITUTOS TECNOLÓGICOS

F. J. Martínez López¹
D. Morales Orozco²
L. G. Gutiérrez Torres³

RESUMEN

El Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato (ITSUR), incorporado al Tecnológico Nacional de México (TecNM) se ha distinguido desde el año 2003 por contar uno de los Centros de Desarrollo de Software más destacados en su contexto, pues ha logrado acreditaciones en los niveles 2 y 3 del modelo Capability Maturity Model Integration (CMMI) del Software Engineering Institute (SEI). Para el año 2016, los profesores que consolidaron este centro emprendieron la conformación de Cuerpos Académicos acorde a características del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP). Entonces, se comenzó a plantear proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico con el objetivo de integrar y coordinar recursos intelectuales en beneficio de los programas educativos y las necesidades de desarrollo social y tecnológico de la región. En el año 2017, se logró gestionar los primeros proyectos trabajando totalmente bajo el esquema de Cuerpos Académicos de profesores y estudiantes colaboradores, financiados por el TecNM, PRODEP y Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior (SICES) del estado de Guanajuato, en el presente trabajo se describe la transición del Centro de Desarrollo de Software hacia el esquema de Cuerpos Académicos, y el impacto en la formación de sus estudiantes y profesores, mostrando los beneficios del Desarrollo Tecnológico dirigido bajo este esquema en Institutos Tecnológicos Descentralizados pertenecientes al TecNM.

ANTECEDENTES

Como se ha planteado en Martínez, Vega, y Morales (2015); Morales, Gutiérrez, y Martínez (2015) y Alcantar, Martínez y Vega (2017), el Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato (ITSUR), organismo público y descentralizado, se ha caracterizado desde el año 2000, por ser una institución que cuenta con uno de los Centros de Desarrollo de Software más destacados de su contexto, el cual ha logrado alcanzar metas relevantes que van más allá de lo común para una grupo de trabajo de similares características.

El esquema de trabajo del Centro de Desarrollo de Software del ITSUR ha sido planteado en Morales *et al.* (2015) y se puede destacar que desde su origen realizó trabajos de desarrollo tecnológico, involucrando a la comunidad docente y estudiantil de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería Informática, que cada uno de los proyectos realizados tuvieron impacto en la región sur del estado de Guanajuato, tanto en el ámbito empresarial, como en el social y educativo.

El grupo de profesores que históricamente apoyaron cada uno de los esfuerzos realizados en el Centro de Desarrollo de Software, tanto para la ejecución de proyectos de desarrollo tecnológico, como para la ejecución de proyectos de mejora rumbo a las acreditaciones de nivel 2 y 3 del modelo Capability Maturity Model Integration (CMMI), del Software Engineering Institute (SEI), logradas como se planteó en Martínez *et al.* (2015), paulatinamente se convirtieron en profesores de tiempo completo, guiados por las

¹ Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. fj.martinez@itsur.edu.mx

² Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. d.morales@itsur.edu.mx

³ Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. liegeman@itsur.edu.mx

características que gradualmente fueron siendo exigidas por el sistema de educación superior y rumbo hacia la consolidación del TecNM, como institución unificadora del subsistema de Institutos Tecnológicos.

Esta transición del Centro de Desarrollo de Software que abarcó el periodo del año 2012 al 2016, derivó finalmente en la conformación de Cuerpos Académicos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, acorde a las características del Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior (PRODEP).

Con este hecho, los profesores comenzaron a invertir cada vez más sus esfuerzos en la adecuada generación de proyectos que pudiesen ser desarrollados de manera colegiada entre grupos de Cuerpos Académicos y estudiantes de ingeniería, para cumplir con el objetivo de fomentar la capacidad de identificar, integrar y coordinar los recursos intelectuales de la institución en beneficio de los programas educativos y la articulación correspondiente con las necesidades de desarrollo social y tecnológico de su región, tal como lo aludía la secretaría de educación mediante el Programa para el Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) (DOF, 2013).

De esta forma, durante el año 2016, después de la experiencia de alguno de sus integrantes tras haber participado como miembros del primer Cuerpo Académico del ITSUR registrado ante PROMEP durante el periodo 2012 a 2015, como puede apreciarse en Martínez *et al.*, (2016) se logró plantear y conformar dos nuevos Cuerpos Académicos enfocados estratégicamente a facilitar el trabajo colegiado para la adecuada generación de proyectos de desarrollo tecnológico en la institución, siendo estos registrados oficialmente y reconocidos por PRODEP como cuerpos académicos en formación.

Para el año 2017, los nuevos cuerpos académicos del ITSUR logran gestionar los primeros nuevos proyectos bajo este esquema de trabajo, un proyecto financiado por el TecNM, otro financiado por PRODEP y otro por la Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior (SICES) del estado de Guanajuato, además de los otros proyectos que se venían gestionando de manera legada.

METODOLOGÍA

La metodología que describe el presente trabajo se puede plasmar en diferentes etapas orientadas hacia el objetivo de demostrar los beneficios del trabajo colegiado a consecuencia de los proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico dirigidos por Cuerpos Académicos en el ITSUR, pero que puede representar el caso de cualquiera de los Institutos Tecnológicos federales o descentralizados sobre la formación de sus ingenieros.

La primera etapa que considerar sería la planificación de Cuerpos Académicos PRODEP en el ITSUR, una segunda etapa sería la conformación de los Cuerpos Académicos y su registro oficial correspondiente, una tercera etapa sería acerca del proceso de gestión de proyectos de desarrollo tecnológico ante TecNM y PRODEP, y finalmente, el desarrollo de proyectos mismos de manera colegiada académicos y estudiantes.

Primera etapa, el proceso de planificación de cuerpos académicos PRODEP en el ITSUR

Considerando los antecedentes del trabajo realizado desde el año 2000 hasta el 2015 en el Centro de Desarrollo de Software, y los antecedentes del primer Cuerpo Académico del ITSUR, al que pertenecieron 3 de sus colaboradores durante el periodo 2012 a 2015, hacia el año 2016, el grupo de los 7 profesores colaboradores del Centro de Desarrollo de Software del ITSUR en ese año, comenzaron a planificar la conformación de los nuevos Cuerpos Académicos, pero esta vez acorde a las afinidades e intereses de sus integrantes, alineados a los planes y programas de estudio, contemplando estratégicamente las posibilidades de trabajo entre los mismos para la atención colaborativa de proyectos de desarrollo tecnológico, la incorporación de una mayor cantidad de estudiantes a los proyectos y su impacto en la maximización de producción académica requerida por el sistema educativo.

La intención de la creación de estos Cuerpos Académicos sería entonces, continuar brindando los servicios que en su momento se plantearon atender como “Centro de Desarrollo de Software”, pero ahora bajo el enfoque alineado a las características del sistema de educación superior planteado por el TecNM y PRODEP, en la que los profesores de tiempo completo tienen el deber de formar profesionales e investigadores aptos para la aplicación y generación de conocimientos, que tal como se menciona en (DOF, 2017) deben:

Proporcionar habilidades para la solución de problemas reales, con pensamiento crítico, sentido ético, actitudes emprendedoras, de innovación y capacidad creativa para la incorporación de avances científicos y tecnológicos que contribuyan al desarrollo nacional y regional, impulsando la investigación aplicada, científica y tecnológica que se traduzca en aplicaciones concretas para mantener los planes y programas de estudio actualizados y pertinentes, así como para mejorar la competitividad y la innovación e los sectores productivos y de servicios y elevar la calidad de vida de la sociedad.

Es por tanto, que la profesionalización del docente y la preparación de estudiantes altamente capacitados que se había logrado de manera inherente desde los orígenes del Centro de Desarrollo de Software, gracias a su participación, tanto en los programas de estudio del ITSUR como en la aplicación y generación de conocimiento para brindar sus servicios, fueron alineadas desde este enfoque para plantear el desarrollo de proyectos, pero ahora bajo el enfoque de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, permitiendo aprovechar con esto todas las potencialidades de estos proyectos e impactando con beneficios directos sobre la parte académica de la institución, potencializando la generación de productos académicos de calidad derivados del trabajo realizado, para la profesionalización docente y la generación de capital humano altamente especializado en los estudiantes que sugiere PRODEP.

Segunda etapa, la conformación de cuerpos académicos y su registro oficial

Una vez contemplado lo anterior, tras la revisión de las consideraciones estratégicas ya presentadas, los 7 integrantes del Centro de Desarrollo de Software en 2016 tomaron la

decisión de crear dos cuerpos Académicos, complementarios y enfocados a cubrir las características planteadas.

Cabe mencionar, que 3 de estos 7 integrantes, como ya se mencionó anteriormente, pertenecieron al primer Cuerpo Académico del ITSUR con clave y nombre ITESSGTO-CA-01 Innovación Tecnológica, que como se planteó en Martínez *et al.*, 2016), junto a otros profesores de la carrera de Ingeniería Electrónica afrontaron la primera experiencia de la conformación de este tipo de equipos de trabajo, y sus respectivos retos y oportunidades.

Por tanto, los 3 integrantes del Centro de Desarrollo de Software que pertenecieron al primer Cuerpo Académico de Innovación Tecnológica, y que ya compartían intereses, se retiraron de este hacia finales de 2015 con la finalidad de conformar un nuevo Cuerpo Académico en 2016, el cual mantuviera la línea de investigación denominada “Tecnologías de Información Aplicadas a la Sociedad”, en la que ya se tenía progreso y que se planteó para enfocarse a la aplicación de tecnologías de información para fomentar del crecimiento, competitividad, desarrollo económico y sustentable de la región en beneficio de la sociedad. Planteando con esto, el segundo Cuerpo Académico del ITSUR, que una vez registrado obtuvo la clave y nombre ITESSGTO-CA-2 Tecnologías de la Información.

Los otros 4 integrantes del Centro de Desarrollo de Software restantes, por su afinidad y enfoque en el uso, aplicación y mejora de metodologías de Ingeniería de Software que fueron adquiridas durante el proceso de acreditación en el modelo CMMI, conformaron el tercer Cuerpo Académico del ITSUR que quedó registrado y reconocido con clave y nombre ITESSGTO-CA-3 Desarrollo de aplicaciones, bajo metodologías de Ingeniería de Software. Este Cuerpo Académico planteó cultivar la línea de generación y/o aplicación del conocimiento de “Desarrollo de Software”, pretendiendo cubrir la necesidad de aplicaciones de software en las empresas, utilizando metodologías probadas de nivel internacional para garantizar la calidad de las aplicaciones desarrolladas, con el fin de resolver las problemáticas, mediante soluciones eficientes, fiables y seguras.

Por tanto, hacia el año 2016, los nuevos Cuerpos Académicos del ITSUR, comenzaron a surgir como una estrategia para buscar la maximización en el uso de recursos intelectuales para beneficio de los planes y programas de estudio, teniendo hasta ese entonces tres Cuerpos Académicos reconocidos por PRODEP con estatus “en formación” como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. *Cuerpos Académicos del ITSUR reconocidos por PRODEP al año 2016.*

No.	Nombre del CA	Grado	LGAC
1	ITESSGTO-CA-1 - Innovación Tecnológica	En formación	-Automatización y Control
2	ITESSGTO-CA-2 - Tecnologías de la Información	En formación	-Tecnologías de la Información aplicadas
3	ITESSGTO-CA-3 - Desarrollo de aplicaciones bajo metodologías de Ingeniería de Software	En formación	-Desarrollo de Software

Tercera etapa, el proceso de gestión de proyectos de desarrollo tecnológico ante TecNM y PRODEP

Hacia finales del año 2016, los nuevos cuerpos académicos de Tecnologías de la información y Desarrollo de aplicaciones bajo metodologías de Ingeniería de Software, una vez oficializados, comenzaron a realizar trabajo sobre las convocatorias vigentes del TecNM y PRODEP, tratando de documentar y caracterizar adecuadamente un par de proyectos, con la finalidad de explorar las posibilidades de aplicación en este tipo de convocatorias a las que ahora ya se tenía acceso como Cuerpos Académicos.

Durante ese periodo se logró someter un par de proyectos a consideración, uno por cada cuerpo académico: el primer proyecto fue el denominado “Administración del grupo y concursos en SQLJudge”, una plataforma para mejorar el aprendizaje del lenguaje estructurado de consultas basada en el trabajo presentado en Gutiérrez *et al.*, (2016) y Morales *et al.*, (2015), para la convocatoria de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica 2017 emitida por el TecNM, en la modalidad Creación de Cuerpo Académico, y el segundo proyecto, denominado “Plataforma móvil para la transacción y consulta de información académica”, para la convocatoria de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos 2017 emitida por PRODEP.

En ambos casos se buscó plantear proyectos innovadores y de amplio impacto que representaran un trabajo original adicional al trabajo que se venía realizando como Centro de Desarrollo de Software, con el objetivo de comenzar a explorar la manera de obtener registros de trabajo validados por instancias de educación oficiales, y de esta forma conservar la posibilidad de atender proyectos que surgiesen a petición de instancias públicas o privadas, además de manera adicional, dando continuidad a los proyectos que se habían quedado legados por el trabajo en años anteriores, y que aún continúan en operación.

En este sentido, durante el mes de febrero de 2017, surgió la oportunidad de desarrollar un proyecto que atendiera las necesidades planteadas por la Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior del estado de Guanajuato (SICES), para lo cual, los Cuerpos Académicos en colaboración, plantearon una propuesta de solución, siendo esta aceptada y marcando el inicio del primer proyecto compartido entre ambos Cuerpos Académicos, el proyecto para el desarrollo, puesta en marcha y operación del “Sistema Único de Registro de Aspirantes a la Educación Superior”, una plataforma Web estatal de fines estadísticos, que permitiese a la SICES detectar las expectativas de todos los estudiantes de educación media superior del estado, que aspirasen a continuar sus estudios universitarios, así como sus preferencias respecto a la elección de carrera.

Cuarta etapa, el desarrollo de proyectos de manera colegiada entre académicos y estudiantes

Las diversas actividades realizadas durante el año 2017 comprendieron el trabajo sobre los tres proyectos planteados anteriormente, un esfuerzo colaborativo realizado por los profesores miembros de los cuerpos académicos y los diversos estudiantes colaboradores

que se aunaron, realizando labores de servicio social y residencias profesionales rumbo a tesis. Los esfuerzos realizados para atender los diversos proyectos contemplados buscando potencializar el beneficio mutuo mediante la profesionalización del alumnado, la vinculación con la empresa y el desarrollo tecnológico, fueron motivadores suficientes para lograr integrar equipos de trabajo de alto rendimiento, logrando el cumplimiento de los objetivos satisfactorio en cada uno de los proyectos.

El proyecto de “Administración del grupo y concursos en SQLJudge” registró la participación activa de 3 estudiantes, 2 de ellos realizando labores de servicio social, y uno realizando residencias profesionales, todos ellos, por primera vez lograron conectar con el sentido de compromiso de un proyecto de alcance nacional, que les permitió aterrizar los aprendizajes obtenidos en clase a un proyecto vivo de uso masivo y que de acuerdo a su opinión, les abriría nuevos horizontes de conocimientos durante su desarrollo.

Por su parte, el proyecto “Plataforma móvil para la transacción y consulta de información académica” logró registrar la participación activa de 4 estudiantes de Ingeniería en Sistemas Computacionales, 3 de ellos becados mediante los fondos del proyecto y uno adicional realizando labores de residencias profesionales rumbo a su titulación. De este proyecto pueden encontrarse documentados sus detalles arquitectónicos en Vega *et al.*, (2017).

El proyecto del Sistema Único de Registro de Aspirantes a la Educación Superior también logró sus objetivos gracias a la participación de estudiantes, que tal como en los casos anteriores lograron realizar las tareas de ingeniería, teniendo contacto directo con la solución planteada y con las responsabilidades, esta vez de impacto estatal. En este proyecto se contó con 6 estudiantes colaboradores, 5 de la carrera de Ingeniería informática y 1 de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Los 13 estudiantes en total, participantes en los proyectos, realizaron trabajos propios de su disciplina, tuvieron participación tanto en la especificación de requisitos de software, la planificación de proyectos, el uso de metodologías ágiles y marcos de trabajo como SCRUM para la organización del equipo, el diseño de bases de datos y su programación, el desarrollo de aplicaciones web mediante diversas tecnologías, las pruebas de la solución, así como su participación en el despliegue y monitoreo de las soluciones generadas.

El logro del trabajo de los estudiantes que colaboraron en los proyectos, aunado a los esfuerzos de los profesores de los Cuerpo Académicos, permitieron alcanzar el logro de cada uno de los objetivos planteados en cada proyecto durante el año 2017 y derivaron alcanzar productos valiosos que dejarán huella tanto en el contexto académico y profesional, como en el currículo mismo de los estudiantes.

RESULTADOS

Entre los resultados obtenidos se tienen: El registro exitoso de dos nuevos cuerpos académicos, alienados a las necesidades de los planes y programas de estudio de la institución, surgidos a partir de una entidad como lo fue el Centro de Desarrollo de Software del ITSUR, ente histórico referente de desarrollo de proyectos de software entre colaboración de estudiantes y docentes, bajo altos estándares de ingeniería. También, el

registro efectivo ante TecNM y PRODEP de dos proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, en ambos casos financiados por cada una de estas estancias y cada uno a cargo de un cuerpo académico, así como la gestión de un proyecto estatal vinculado con la Secretaría de Innovación, Ciencia y Educación Superior del estado de Guanajuato, bajo el nuevo esquema de cuerpos académicos.

En resumen, se contó con la preparación profesionalizante de 13 estudiantes de las carreras de Ingeniería en Sistemas computacionales e Ingeniería informática, 5 de los cuales realizaron trabajo de residencia profesional para lograr aspirar a la titulación por tesis; se logró también la correspondiente elaboración de productos académicos de calidad derivados, entre estos a la fecha: 4 prototipos de software, dos de estos con transferencia de derechos y 2 con la posibilidad de registro de derechos de autor para el ITSUR, 2 informes técnicos, uno finalizado y otro en proceso, además de la posibilidad de la redacción de artículos para su presentación en congresos, revistas arbitradas o revistas indizadas.

Las versiones finales de las plataformas de software generadas en cada proyecto pueden apreciarse en operación al ser accedidos conforme a las direcciones de acceso que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Plataformas producidas y su dirección de acceso.

Plataforma	Tipo	Dirección de acceso
SQLJudge	Web	http://sicenet.itsur.edu.mx:8088/public/views/inicio.aspx
SICEDroid	Móvil	https://play.google.com/store/apps/details?id=net.ivanvega.sicedroidalumno
SUREDSU	Web	http://suredsu.guanajuato.gob.mx/

A continuación, en la Figura 1, Figura 2 y Figura 3, se presentan algunas capturas de pantalla de las plataformas desarrolladas derivadas del trabajo planteado en el artículo.

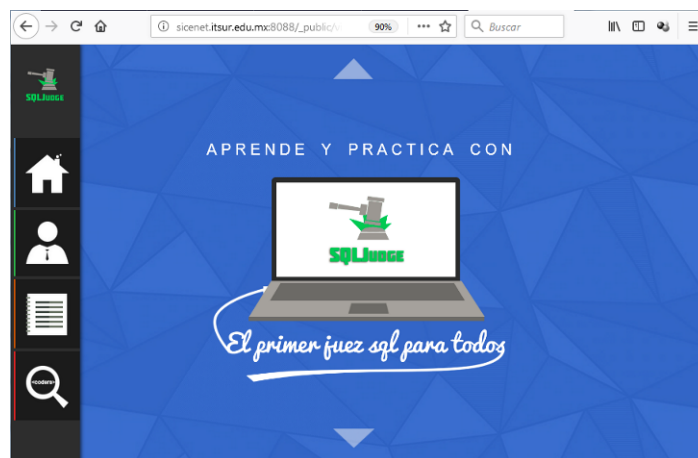


Figura 1. Captura de pantalla de la plataforma SQLJudge online.



Figura 2. Captura de pantalla de la aplicación móvil SICEDroid disponible para instalación.



Figura 3. Captura de pantalla de la plataforma SUREDSU.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados presentados, es posible aseverar que el desarrollo de proyectos coordinados por Cuerpos Académicos, promueve la vinculación de los estudiantes con las necesidades de la sociedad, promoviendo su profesionalización, y fortalecimiento de su currículo, preparándolos con un grado mayor de calidad, al tener que afrontar necesidades reales que demandan y exigen cubrir de manera satisfactoria y con alto grado de eficacia las características de los proyectos requeridos, haciendo uso de las mejores habilidades de ingeniería de los mismos.

Se considera que es posible decir que el trabajo colaborativo entre profesores y estudiantes bajo el esquema planteado, brinda a estos segundos un nivel de seguridad suficiente (que pocas veces se presenta en el aula), el cual les permite llevar a cabo y por buen camino su transición hacia el mundo laboral, comenzando con sus primeros pasos de la mano de

personas comprometidas con su entorno y que dan lo mejor de sí en beneficio de la educación superior y de la sociedad, tales como son los miembros de Cuerpos Académicos de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcantar Ortiz, P., Martínez López, F. J., & Vega Olvera, G. I. (2017). Implementation of the CMMI-DEV L3 model in an educational institution: perspective from software quality. *Ecorfan Journal*, III(IV).
- Diario Oficial de la Federación de México (2013, 29 diciembre). ACUERDO número 712 por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo Profesional Docente. *Secretaría de Gobernación*. Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5328399&fecha=29/12/2013
- Diario Oficial de la Federación de México (2017, 27 diciembre). ACUERDO número 19/12/17 por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el ejercicio fiscal. *Secretaría de Gobernación*. Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5509132&fecha=27/12/2017
- Gutiérrez Torres, L. G., Martínez López, F. J., & Vega Flores, P. (2016). Evaluador de sentencias de bases de datos en la formación de ingenieros. *Revista ANFEI Digital*, Vol (5). Obtenido de <http://www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/288>
- Martínez López, F. J., Fuentes Hernández, C. A., Estrada Rojo, L., Gutierrez Tores, L. G., Ortega Alejos, J., & Vega Chavez, E. (2016). Reseña del cuerpo académico innovación tecnológica. *Pistas Educativas*, 50-60.
- Martínez López, F. J., Vega Olvera, G. I., & Morales Orozco, D. (2015). Proceso e impacto institucional de la acreditación CMMI-DEV L3 del centro de desarrollo de software. *Revista ANFEI Digital*, Vol (3). Obtenido de <http://www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/245>
- Morales Orozco, D., Gutiérrez Torres, L. G., & Martínez López, F. J. (2015). Profesores y alumnos inmersos en la implementación de un modelo internacional de procesos de software. *Revista ANFEI Digital*. Obtenido de <http://www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/112>
- Morales Orozco, D., Vega Flores, P., & Gutiérrez Torres, L. G. (2015). Juez automático de código, una herramienta para mejorar las habilidades de programación. *Revista ANFEI Digital*, Vol (3). Obtenido de <http://www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/248>
- Vega Olvera, G. I., Vega Flores, P., & Morales Orozco, D. (2017). Servicios escolares android: caso de estudio en la enseñanza de la programación para tecnologías móviles. *Revista ANFEI Digital*. Obtenido de <http://www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/325>