

Experiencias en el desarrollo de software para las pymes y para la Educación en Ingeniería:

Una contribución de las universidades de la RED ALFA

**Laura Olivia Amavizca
Valdez**

lamavizca@uts.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0003-1614-110X>

Universidad Tecnológica del
Sur de Sonora

**Eusebio Jiménez
López**

ejimenezl@msn.com
<https://orcid.org/0000-0001-6893-3550>

Universidad La Salle
Noroeste –UTS

**Helga Karina Tolano
Gutiérrez**

ktolano@uts.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-3848-8115>

Universidad Tecnológica del
Sur de Sonora

**Lilia Zulema Gaytán
Martínez**

zgaytan@uts.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0003-4280-6064>

Universidad Tecnológica Del
Sur De Sonora

**Erika Ercilia Vázquez
Moreno**

evazquez@uts.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-4030-0249>

Universidad tecnológica del
sur de sonora

**María Anabell
Covarrubias Couder**

anabell.covarrubias@lasallenoroeste.edu.mx

Universidad La Salle
Noroeste,
Ciudad Obregón - México

Resumen

Las relaciones industria-universidad y entre universidades, deben ser motivadas y fortalecidas ya que representan una de las bases más importantes para lograr una educación tecnológica pertinente y para desarrollar proyectos que beneficien a las empresas, en especial a las micro y pequeñas empresas. En este sentido se formó en Cd. Obregón, Sonora, en el año 2005, la Red ALFA la cual está integrada por tres universidades y una empresa, cuyas finalidades fueron potenciar el desarrollo de investigación aplicada y apoyar a las empresas Pyme de la región. En este artículo se presentan dos experiencias relacionadas con el desarrollo de software para apoyar a una microempresa y el diseño de una calculadora de proposiciones para la enseñanza de las matemáticas. Los proyectos fueron desarrollados por las universidades participantes de la Red ALFA, con la colaboración de profesores y alumnos. La Red ALFA ha logrado resultados positivos desde su constitución y ha sido clave para el desarrollo de investigación entre las instituciones que la conforman.

Palabras clave: *Desarrollo de software; Metodologías ágiles; Objeto de aprendizaje; Relaciones industria-universidad*

Experiences in software development for SMEs and Engineering Education: A contribution of the ALFA NETWORK universities

Abstract

Industry-university and university-university relations should be motivated and strengthened, since they represent one of the most important bases for achieving relevant technological education and for developing projects that benefit companies, especially micro and small enterprises. In this sense, the ALFA Network was formed in Cd. Obregon, Sonora, in 2005, which is integrated by three universities and one company, whose purpose was to promote the development of applied research and to support SME companies in the region. This article presents two experiences related to the development of software to support a microenterprise and the design of a proposition calculator for mathematics education. The projects were developed by the universities participating in the ALFA Network, with the collaboration of professors and students. The ALFA Network has achieved positive results since its constitution and has been key to the development of research among its member institutions.

Keywords: *Software development; Agile methodologies; Learning object; Industry-university relationships*

Artículo recibido 15 febrero 2023

Aceptado para publicación: 15 marzo 2023

Introducción

El mundo contemporáneo requiere de la participación de diversos actores de una sociedad moderna enormemente diferenciada y especializada, para poder resolver las problemáticas que se presentan cada día. Las complejidades del entorno y de los problemas motivan a que diversas organizaciones se vinculen y trabajen juntas para resolver los retos y desafíos. Desde hace varios años, se ha suscitado una importante cooperación entre múltiples agentes de relevancia con un notable protagonismo, a fecha de hoy, como: la Universidad, la Empresa y el sector público (López 2019). Estas cooperaciones han motivado a que se formen relaciones de diversos tipos, como, por ejemplo; empresa-universidad o gobierno-empresa-universidad y entre universidades por solo mencionar algunas.

Las relaciones universidad-industria son indispensables para poder crear una sinergia que combine las potencialidades de ambos actores para resolver problemas que impliquen a la ciencia y a la innovación. Las relaciones universidad-empresa no constituyen un fenómeno nuevo, pero en las últimas décadas han adquirido un mayor protagonismo, hasta el punto que su promoción se ha convertido en un componente clave en las políticas de innovación implementadas por muchos gobiernos alrededor del mundo (Vega 2011). En la actualidad en los países desarrollados, la vinculación universidad-industria se da de diferentes formas, a partir de las conformaciones más tradicionales de principios del siglo XX, como las consultorías y los contratos de investigación, o aquellos de mediados del mismo siglo y que a la fecha persisten. Esta vinculación se realiza a través de oficinas de transferencia de tecnología como la vinculación industrial y patentes, *start-ups*, los *spin-offs*, las incubadoras, los parques científicos, las alianzas estratégicas o consorcios, los centros de innovación, los centros de investigación cooperativa, los centros de tecnología, los centros de excelencia, las alianzas regionales, la vinculación no relacionada con transferencia de tecnología, como formación continua y asesorías y los capitales para la vinculación (Magallanes 2019).

Otro tipo de relación entre organismos, en este caso, sistemas de educación e investigación, son las redes de colaboración entre universidades. Las redes académicas fomentan la colaboración entre académicos, investigadores y científicos, este proceso de integración se ha incorporado de

forma progresiva como una herramienta que permite el aumento en la generación de conocimiento, así como en el desarrollo de tecnologías e innovación en el ámbito académico (Caicedo, Santiago y Parra 2021). Las redes académicas permiten potenciar la creación de conocimientos lo que implica acelerar el avance científico y tecnológico y con ello lograr, no solo una importante generación de activos intelectuales, si no material innovador para la educación de los estudiantes. La creación de conocimientos y el avance científico se cimientan en la competitividad, la colaboración y la cooperación, y estas acciones dan origen precisamente a las redes de colaboración (Casas y de Gortari, 2001). La colaboración entre redes fomenta e impulsa el trabajo en equipo y esto permite alcanzar un fin común, así mismo, el hecho de compartir recursos e infraestructura ayuda a optimizar los resultados materiales e intelectuales en la generación de nuevo conocimiento (Cárdenas, 2016).

Idealmente, las redes son concebidas como estructuras intermedias donde tienen lugar procesos interdependientes en los que se exploran nuevos caminos para el aprendizaje y la cooperación entre individuos e instituciones (Rauch, 2013). Las redes de colaboración dejan atrás las formas de organización jerárquicas que con el paso del tiempo se han vuelto obsoletas (Burns y Köster 2016), y dan paso a mecanismos de cooperación y colaboración interuniversitarios e interinstitucionales, mucho más dinámicos y abiertos, que motivan a los actores (profesores, investigadores, alumnos, directivos, funcionarios, etc.) a relacionarse de una manera distinta abriendo las puertas a la transferencia de conocimientos y al desarrollo de proyectos en conjunto extendiendo los impactos de los proyectos más allá de sus ámbitos oficiales. Las Redes de Colaboración Académica son organizaciones de investigadores que realizan investigaciones enfocadas a temas propios del área de trabajo a la que éstos pertenecen (Carmona y Chávez 2015). De hecho, una forma diferente de realizar investigación es a través de colectivos docentes que no pertenecen a la misma organización, lo cual permite que un trabajo tenga visiones corporativas y rigores de método diferentes. A este tipo de organizaciones se les ha denominado Redes de Colaboración Académica (Redes). Las Redes de Colaboración Académica son organizaciones que se constituyen por voluntad propia y no necesariamente por obligación.

Por otro lado, la colaboración entre universidades y la conformación de redes académicas y de investigación, no sólo representan mecanismos para potenciar la docencia, la formación de recursos humanos y el desarrollo de ciencia y de tecnología, sino que propician la innovación y el desarrollo social e industrial. De hecho, dentro de los factores que concurren en la consolidación de procesos de innovación y cambio social, uno fundamental es la vinculación de la universidad con la sociedad y, en particular, con el sector productivo (Garrido, Rondero y Vega, 2013). En este sentido, en una economía dinámica, globalizada y competitiva la innovación se coloca como la estrategia central para el incremento de la cuota de mercado y el crecimiento económico. La mayoría de los países que han visto en la innovación una oportunidad para el crecimiento han generado estímulos financieros para el desarrollo científico y tecnológico, mientras que para potencializar su efecto se han desarrollado estrategias de vinculación para la generación de redes de colaboración que permitan incrementar la capacidad para innovar mediante la acumulación y los “*spillovers*” del conocimiento (Ríos y Ocegueda, 2017).

La innovación es un concepto que está siendo parte de las transformaciones industriales actuales y que para su implementación requiere de la generación y aplicación de conocimientos, en especial por aquellos organismos que se conformen en redes de colaboración capaces de interactuar entre entes de su misma naturaleza (p.e. entre universidades) o entes de distintos intereses (p.e. entre universidades y empresas) buscando objetivos comunes. Las redes de colaboración tienen un alto impacto en la educación en ingeniería, pues los alumnos, profesores e investigadores participan en proyectos derivados de las empresas y centros de investigación, lo cual tiene beneficios importantes, pues se adquiere experiencia, recursos económicos y se proyecta a las universidades hacia la aplicación del conocimiento a problemáticas reales (Jiménez et al. 2020).

El modelo de las redes de colaboración es aplicado por diversas universidades y empresas, por ejemplo, Raschio, Gallardo y Opel (2022), describen la existencia de redes universitarias privadas que trabajan en forma colaborativa desde hace 17 años, algunas integradas a la Red Andina de Universidades (RADU), y que realizan distintas funciones universitarias de docencia, investigación y en extensión. Los autores describen que, si bien existen opiniones disímiles

respecto a dichas redes por parte de sus protagonistas, sostienen que las universidades en sus procesos de comunicación y sus relaciones interinstitucionales, desde una mirada de cooperación, han logrado superar barreras propias de una visión de competencia mutua y están logrando un impacto positivo en la sociedad de Mendoza, Argentina. Otro ejemplo de las redes de colaboración es la RIED (La Red Iberoamericana de Estudios del Desarrollo) que se creó en 2005 con el objetivo de generar un espacio de diálogo plural y un marco para la realización de actividades y proyectos conjuntos relacionados con la investigación de los procesos de desarrollo con una mirada amplia, multidimensional e interdisciplinar (Gutti, Gutiérrez y Trueba 2021). Las acciones que ha llevado a cabo la RIED, confirman que la conformación de redes de vinculación y articulación de profesionales e investigadores contribuye a la integración de las comunidades académicas y culturales de América Latina y fortalece los procesos de construcción de capacidades arraigados en los problemas locales y regionales.

En este sentido en el municipio de Cajeme localizado al sur del estado de Sonora, México, se conformó en el año 2005 una red interinstitucional denominada Red ALFA la cual está integrada por tres reconocidas universidades (La Universidad La Salle Noroeste, el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme y la Universidad Tecnológica del Sur de Sonora) y una empresa (Jiménez et al. 2004). Esta red se formó (en la parte académica) buscando desarrollar proyectos innovadores de docencia e investigación, así como para apoyar (en la parte de transferencia) a las micro y pequeñas empresas de la región, a través, de la realización de proyectos y transferencia de tecnologías. Desde su conformación a la fecha, la Red ALFA ha tenido importantes contribuciones al mejoramiento de la formación de alumnos y profesores de las universidades que la conforman y a atender necesidades de las micro y pequeñas empresas de la región.

En este artículo se presentan dos experiencias de desarrollo de proyectos generados por las universidades que conforman a la Red ALFA, uno de ellos dirigido al desarrollo de software educativo para mejorar la enseñanza y otro orientado al desarrollo de software para una empresa de la región. La síntesis de estas experiencias reflejan que para atender diversas necesidades internas en las universidades y para apoyar la innovación y la transferencia el camino de la colaboración es el mecanismo más eficiente para dar resultados.

Metodología

El método de investigación utilizado en este artículo es descriptivo con enfoque cualitativo y su diseño es no experimental de corte transversal. De acuerdo con Aguirre y Jaramillo (2015), el estudio descriptivo cualitativo es el método que se puede elegir cuando se deseen descripciones rigurosas de los fenómenos. Es no experimental, ya que el recopila datos sin modificar las condiciones naturales en las que ocurren los fenómenos que se estudian y de corte transversal ya que los proyectos ocurrieron en un momento específico.

El primer proyecto es el desarrollo de una calculadora que se usa para verificar la verdad o la falsedad de teoremas del álgebra de las proposiciones y fue desarrollado por profesores y alumnos de la Universidad La Salle Noroeste la cual está integrada a la Red ALFA, el proyecto fue desarrollado durante el transcurso de un semestre de clases. El segundo caso es el desarrollo de software realizado por un alumno de estadía profesional de la Universidad Tecnológica del Sur de Sonora para una empresa Pyme.

Resultados y discusión

En esta sección se presentan la descripción de dos proyectos: uno orientado a mejorar el proceso de Enseñanza para Ingeniería, el otro relacionado con aumentar la competitividad de una empresa de la región.

Experiencia en el desarrollo de software educativo

Si bien existe en la actualidad diversos programas libres o con licencia que apoyan a la educación en ingeniería, en especial al aprendizaje de las matemáticas, es necesario fomentar en las universidades el desarrollo de software educativo ya que se requiere contar con instrumentos de enseñanza a la medida y trazar un camino de desarrollo para minimizar la dependencia tecnológica que en materia educativa tienen diversas escuelas y universidades en México.

En este sentido la Universidad La Salle Noroeste y la Universidad Tecnológica del Sur de Sonora ambas pertenecientes a la Red ALFA, conformaron equipos de trabajo entre alumnos y profesores, para desarrollar software educativo que apoyará a los aprendizajes de alumnos de Ingenierías de ambas instituciones, en particular para la enseñanza de las matemáticas. Las materias beneficiadas

fueron: Matemáticas discretas de la carrera de Ingeniería en Producción Multimedia de la Universidad La Salle Noroeste y la materia de Introducción a las Matemáticas de la carrera de Ingenierías de Tecnologías de la Información de la Universidad Tecnológica del Sur de Sonora. En la materia de matemáticas discretas se enseña en una unidad de competencia el tema de lógica (álgebra de las proposiciones) (Fregoso 1977) y la teoría de las funciones (Fregoso 1979). El primer tema busca que los alumnos puedan comprender las propiedades básicas del álgebra de Boole (ya que es fundamental para otras materias como programación estructurada y programación orientada a objetos) y el segundo tema está orientado al diseño, construcción y clasificaciones de las funciones. En esta sección se presenta el desarrollo de software educativo mejorar los aprendizajes de la materia de Matemáticas Discretas.

Desarrollo de una calculadora para construir proposiciones y tablas de verdad

El problema a resolver fue la construcción de una calculadora la cual permitiera:

- 1) Construir proposiciones simbólicas.
- 2) Construir fórmulas proposicionales.
- 3) Mostrar la falsedad o la veracidad de fórmulas y propiedades.
- 4) Verificar si la fórmula es una tautología, una contradicción o una inconsistencia.
- 5) Generar las tablas de verdad.

En primera instancia se desarrolló el proceso lógico del sistema, para lo cual fue necesario definir las siguientes definiciones y tablas de verdad:

Una proposición, de acuerdo con Fregoso (1977), es un símbolo cuyo significado o es falso (F) o es verdadero (V), pero no simultáneamente. Si P es una proposición, entonces la Tabla de sus significados es la siguiente:

Tabla 1. *Valores de p.*

P
V
F

Sean p y q dos proposiciones, entonces los valores simultáneos se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2. Valores simultáneos de p y q .

p	q
V	V
F	F
F	V
V	F

Las Tablas 3 y 4 muestran las tablas de verdad de los axiomas de la “y” (\wedge) y de la “o” (\vee):

Tabla 3. Definición de la \wedge

	q	$p \wedge q$
p		
V	V	V
F	F	F
V	F	F
F	V	F

Tabla 4. Definición de la \vee

p	q	$p \vee q$
V	V	V
F	F	F
V	F	V
F	V	V

La Tabla de valores asociadas con la negación “ \neg ” es la siguiente:

Tabla 5. Valores de verdad de la negación.

1	2
p	$\neg p$
V	F
F	V

Con los axiomas descritos en las Tablas 3 y con la definición de la negación se pueden establecer distintas propiedades, algunas de ellas son las siguientes:

Para el caso de la operación “ \vee ”:

- | | |
|--|-----------------|
| 1) $p \vee q = q \vee p$; | Conmutatividad |
| 2) $(p \vee q) \vee r = p \vee (q \vee r)$; | Asociatividad |
| 3) $p \vee F = p$; | Elemento neutro |

Para el caso de la operación “ \wedge ”:

- | | |
|--|-----------------|
| 1) $p \wedge q = q \wedge p$; | Conmutatividad |
| 2) $(p \wedge q) \wedge r = p \wedge (q \wedge r)$, | Asociatividad |
| 3) $p \wedge V = p$; | Elemento neutro |

Para el caso de la operación “ \vee y \wedge ”:

- | | |
|---|--|
| 1) $p \vee (q \wedge r) = (p \vee q) \wedge (p \vee r)$ | Distributiva de “ \vee ” bajo “ \wedge ” |
| 2) $p \wedge (q \vee r) = (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$ | Distributiva de “ \wedge ” bajo “ \vee ” |

Para el caso de las leyes de Morgan se tiene las igualdades siguientes:

- | |
|--|
| 1) $\neg(p \vee q) = \neg p \wedge \neg q$ |
| 2) $\neg(p \wedge q) = \neg p \vee \neg q$ |

Con estas definiciones y axiomas el sistema computacional desarrollado debería ser capaz de demostrar teoremas. La idea principal fue que cuando los alumnos fueran capaces de dominar la metodología de la demostración de teoremas, estos fueran capaces de automatizar todo el proceso logístico y que pudieran verificar si los desarrollos realizados a mano pudieran revisarse con la calculadora. Posteriormente, la calculadora sería usada para demostrar teoremas complejos. A continuación, se presenta un ejemplo (Jiménez et al, 2002):

Teorema 1. La propiedad conmutativa de la operación “ \vee ” se satisface. Esto es:

$$p \vee q = q \vee p$$

Demostración. En efecto, sean $s = p \vee q$ y $t = q \vee p$, entonces al considerar las Tablas 1, 2 y 4 se construye la Tabla siguiente:

Tabla 6. Tabla de valores para la demostración del teorema 1.

1	2	3	4
p	q	s	t
V	V	V	V
F	F	F	F
V	F	V	V
F	V	V	V

Al observar las columnas 3 y 4 de la Tabla 6 se demuestra que, en efecto, la propiedad conmutativa de la operación “ \vee ” se satisface y la relación: $p \vee q = q \vee p$ se cumple y, por lo tanto, el teorema es *verdadero*. ♦.

Otro ejemplo es el siguiente:

Teorema 2. La siguiente igualdad es verdadera:

$$\neg(p \vee q) = \neg p \wedge \neg q$$

Demostración. En efecto, al considerar las Tablas 1, 2, 3, 4 y 5 se genera la Tabla siguiente:

Tabla 7. Tabla de valores para la demostración del teorema 2.

1	2	3	4	5	6	7
p	q	$p \vee q$	$\neg p$	$\neg q$	$\neg(p \vee q)$	$\neg p \wedge \neg q$
V	V	V	F	F	F	F
V	F	V	F	V	F	F
F	V	V	V	F	F	F
F	F	F	V	V	V	V

Al observar las columnas 6 y 7 de la Tabla anterior se demuestra que la relación: $\neg(p \vee q) = \neg p \wedge \neg q$ se cumple y, por lo tanto, el teorema es *verdadero*. ♦.

Por otro lado, el sistema debe poder determinar si una fórmula es una tautología, contradicción o inconsistencia. Para ello se requiere definir dos conectivos: el condicional (si entonces) y el bi-condicional (si y solo sí). Las Tablas de valores de dichos conectivos son las siguientes:

Tabla 8. *Tabla de valores para el bi-condicional.* **Tabla 9.** *De valores para el condicional.*

p	q	$p \leftrightarrow q$
V	V	V
F	F	V
V	F	F
F	V	F

p	q	$p \rightarrow q$
V	V	V
F	F	V
V	F	F
F	V	V

Una tautología se presenta cuando los valores finales de la fórmula son todos verdaderos, para el caso de una contradicción los valores finales de la fórmula son todos falsos y, finalmente, para una inconsistencia los valores toman falsos y verdaderos.

Por ejemplo: considere el siguiente teorema:

Teorema 3. La siguiente igualdad es una tautología: $\neg(p \vee q) \leftrightarrow (\neg p \wedge \neg q)$

Demostración. En efecto, al considerar las Tablas 1, 2, 3, 4, 5 y la Tabla 9 se genera la Tabla siguiente:

Tabla 10. *Tabla de valores para la demostración de una tautología.*

1	2	3	4	5	6	7	8
p	q	$p \vee q$	$\neg p$	$\neg q$	$\neg(p \vee q)$	$\neg p \wedge \neg q$	$\neg(p \vee q) \leftrightarrow (\neg p \wedge \neg q)$
V	V	V	F	F	F	F	V
V	F	V	F	V	F	F	V
F	V	V	V	F	F	F	V
F	F	F	V	V	V	V	V

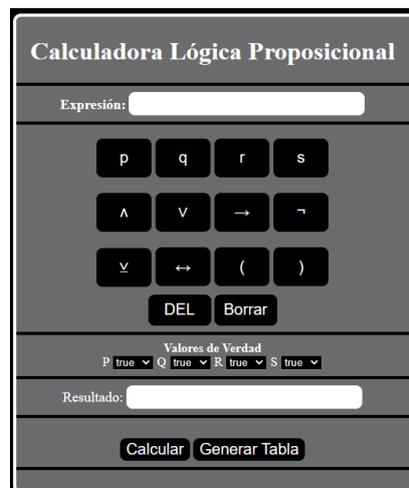
Al observar los valores de la columna 8 se demuestra que la expresión $\neg(p \vee q) \leftrightarrow (\neg p \wedge \neg q)$ es una tautología y, por lo tanto, el teorema es *verdadero*. ♦.

De esta manera la calculadora debe ser capaz de:

- 1) Construir una fórmula y probar propiedades.
- 2) Construir la tabla de verdad.
- 3) Verificar si la fórmula es una tautología, contradicción o inconsistencia.

El diseño de la calculadora de proposiciones se muestra en la Figura 1.

Figura 1. *Diseño de la calculadora*



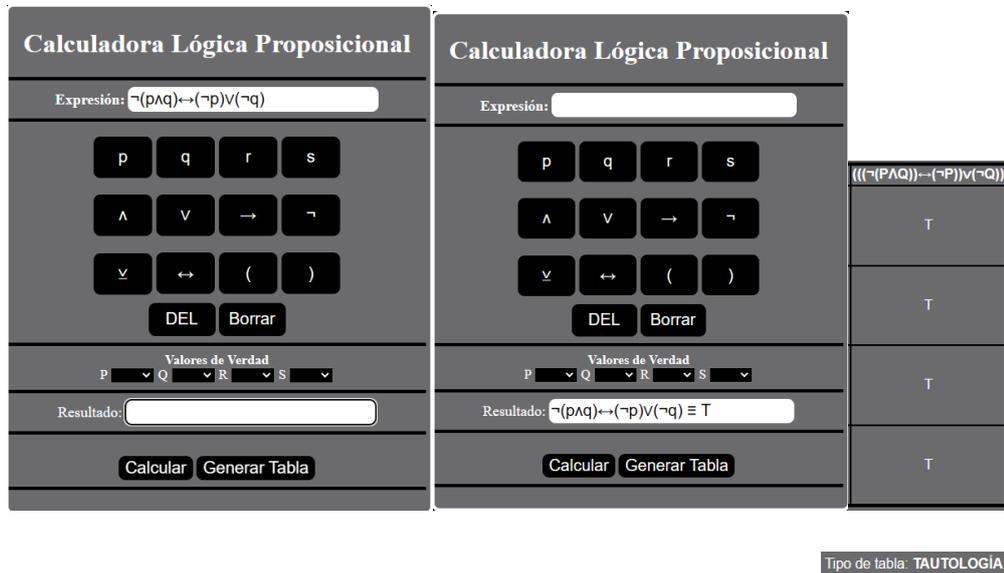
El sistema puede operar hasta cuatro proposiciones y tiene activas cuatro operaciones, incluyendo la disyunción exclusiva (\vee). Así, por ejemplo, es posible demostrar teoremas usando la calculadora. A continuación, se presenta un ejemplo:

Teorema 4. Demuestre que la expresión siguiente es una tautología.

$$\neg(p \wedge q) \leftrightarrow (\neg p) \vee (\neg q)$$

Demostración. En efecto, considere la figura siguiente:

Figura 2. Cargado y demostración del teorema por medio de la calculadora



De acuerdo con la Figura 2 el teorema es verdadero (T=verdadero) y es una tautología y, por lo tanto, el teorema es *verdadero*. ♦.

El desarrollo de la calculadora facilita el proceso de la enseñanza y el aprendizaje en la materia de Matemáticas Discretas ya que los alumnos pueden probar sus teoremas con dicha herramienta, lo que permite una comprensión sistemática del álgebra de Boole. El software fue desarrollado en lenguaje de programación Java y se puede visualizar en internet. El desarrollo de este software fue realizado por alumnos de la carrera de Ingeniería en Producción Multimedia para el proyecto final de la materia de Matemáticas Discretas. Con este proyecto, los alumnos no solo pudieron aplicar sus conocimientos en cuanto al desarrollo de software a través de la programación, sino que además, lo aplicaron para resolver una problemática real que se presenta en el proceso de enseñanza de la materia.

Experiencia en el desarrollo de software para una empresa.

En las empresas, un buen software de gestión se puede utilizar para analizar y recopilar información de apoyo a la toma de decisiones que aumente la competitividad, aumente la productividad y realice los cambios necesarios para mejorar la producción. El desarrollo de software es la clave para la optimización de procesos en todos los sectores deseados.

En este sentido, la vinculación empresa-universidad tiene un papel muy importante en el desarrollo de proyectos que impacten en los procesos de las empresas y permitan el desarrollo de nuevas habilidades profesionales. La Universidad Tecnológica del Sur de Sonora (UTS) tiene un contacto cercano con las empresas debido a su modelo educativo. Al pertenecer a la RED ALFA, la UTS potencia sus posibilidades de mejorar el servicio que presta a las empresas por medio de estadías profesionales o proyectos. A continuación, se presenta un resumen de un proyecto de desarrollo de software realizado a una empresa de la región:

El giro de la empresa con la cual se realizó el proyecto llamado “Sistema controlador de pedidos MController” que atiende a todo el sur de Sonora, es una empresa sonoreense con más de 30 años de experiencia en el ramo de montacargas. Se dedica a la venta, renta, servicio y refacciones de montacargas de 3,000 lbs. a 50,000 lbs, cuentan con equipos usados y Semi-Nuevos tipo Gas LP, eléctricos, bobcats, como también con un amplio inventario Hyster, Nissan, Caterpillar, Mitsubishi, Yale y Toyota. Manejando en sus equipos llantas tipo sólida, rododámica, neumática, todoterreno con mástil doble, triple y cuádruple. Garantizan todos sus equipos con el mejor presupuesto del mercado. El equipo está conformado por 20 integrantes, los cuales llevan a cabo los servicios de reparación, maniobras, maquinaria para manejo de carga, refacciones, llantas, baterías y cargadores.

Para llevar a cabo el desarrollo de este software en dicha empresa, se plantearon algunas alternativas y se realizó un análisis costo – beneficio de cada una de ellas, tomándose la decisión de automatizar el control de las solicitudes de las rentas, servicios y el proceso de cobro mediante una aplicación web, donde se realizará la captura de la información y se generarán reportes actualizados para automatizar los cálculos de la información, generando ahorro en tiempos de consulta de reportes, dar agilidad a la cobranza y visión instantánea para la toma de decisiones. Lo anterior se propuso después de realizar la supervisión del proceso de trabajo operativo y administrativo, y observando cómo es que llevan su control administrativo de forma manual y cómo realizan los registros de rentas de montacargas y servicios escritos en papel. Al trabajar de esta manera se presentan con frecuencia confusiones con el personal; no se tiene un seguimiento

efectivo con la cobranza, se hacen apuntes erróneos, por lo cual el dueño del negocio tiene que estar presente supervisando que se registre bien la información. Dado que el proceso es manual, no realizan reportes mensuales y, por lo tanto, con los clientes que tienen crédito en la empresa, no se obtiene con rapidez y de manera clara la deuda que tienen, ocasionando demoras de liquidez por las mismas deudas. Se observó que existe un punto de mejora y de no aplicarse un cambio, como lo planteado en este proyecto, se podían ocasionar pérdidas de dinero para la empresa.

Este proyecto fue desarrollado utilizando las siguientes tecnologías: Laravel como el framework de código abierto para PHP, es simple y muy potente, y tiene un sistema de ruteo, motor de plantillas (Blade), tiene un mapeador de objetos relacionales y las vincula a entidades lógicas. Tiene un soporte para el almacenamiento caché y MVC. Con Ajax combina varias tecnologías que permiten intercambiar información entre el servidor y el navegador web del cliente de forma asíncrona, haciendo más fluida la interacción del usuario con la interfaz. Asimismo, tiene al MySQL como la base de datos ideal para este proyecto por su velocidad y ser de pequeño tamaño, además que también es de código abierto y esta alternativa no genera costos. Finalmente, el framework Bootstrap que ofrece un marco de diseño estandarizado y adaptable a cualquier resolución de pantalla; Xampp es un paquete de software libre, el cual ofrece un sistema de gestión de base de datos MySQL, el servidor web Apache y el intérprete para el lenguaje script PHP, también se aplica DbSchema que sirve para diseñar visualmente, implementar y documentar el esquema de bases de datos. El paquete Visual Studio Code es un potente editor de código que es utilizado para crear la aplicación web. PHP es el motor y código del lado del servidor que atiende las peticiones de los clientes desde un navegador web siendo cada uno de ellos indispensables para un buen desempeño de este proyecto en la empresa.

El modelo del proceso de desarrollo de software utilizado fue la metodología en cascada (Sommerville 2005), la cual considera las actividades fundamentales del proceso de especificación, desarrollo, validación y evolución, y los representa como fases separadas del proceso, tales como especificación de requerimientos (Análisis), el diseño, la implementación, las pruebas, despliegue y mantenimiento (ver Figura 3).

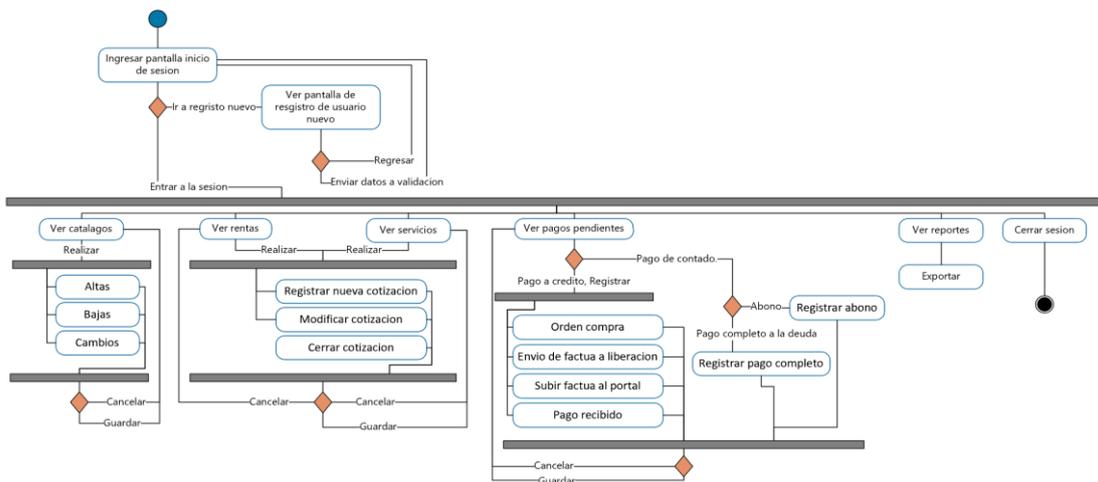
Figura 3. Metodología en cascada.



Los artefactos resultantes, por cada fase, en la aplicación de este modelo para el desarrollo del software fueron los siguientes:

Fase de Análisis: Se inicia el proyecto con una entrevista donde se obtiene toda la información necesaria para el desarrollo. En esta parte, es muy importante lograr definir con exactitud hasta qué punto se quiere llegar y se debe detallar en qué estatus se encuentra el proceso de trabajo. Para poder analizar cómo se llega del punto A (inicio) al B (término) se elaboró el diagrama de actividades y prototipos de las pantallas del sistema sobre el cual se harán los cambios correspondientes (ver Figura 4).

Figura 4. Diagrama de actividades



Fase de Diseño: Después de confirmar con el asesor empresarial el flujo de trabajo que realizará la aplicación, se creó el diagrama de clases donde se muestran las entidades del proyecto y la información que se almacenará en la base de datos. Aquí se necesita la confirmación del asesor

para continuar con el diseño de los siguientes diagramas, casos de uso, lo cual es necesario para planear la lógica del negocio en la aplicación. (Ver Figuras 5 y Figura 6).

Figura 5. Diagrama de clases

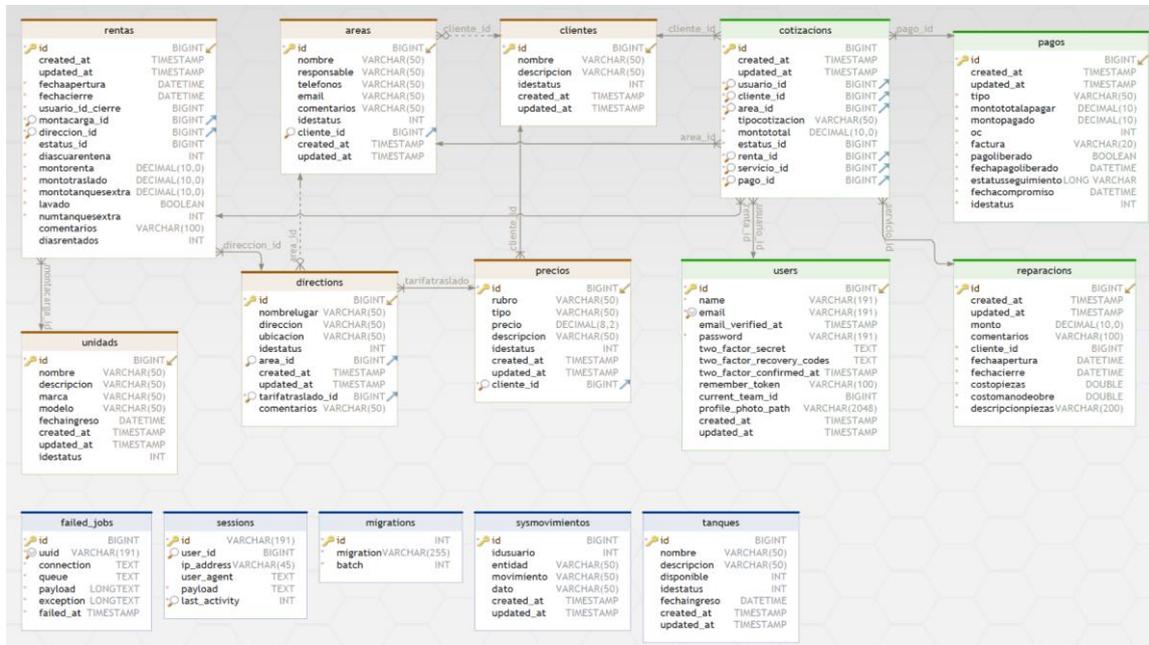
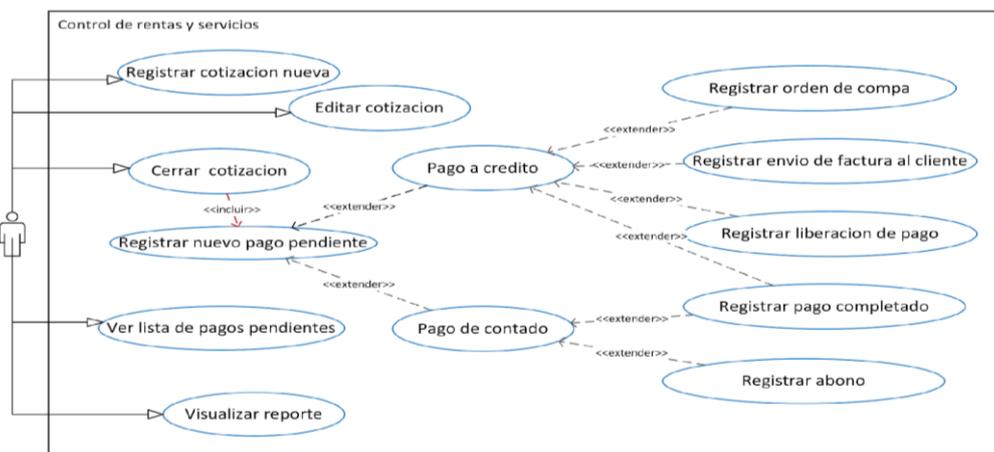


Figura 6. Diagrama de Casos de Uso

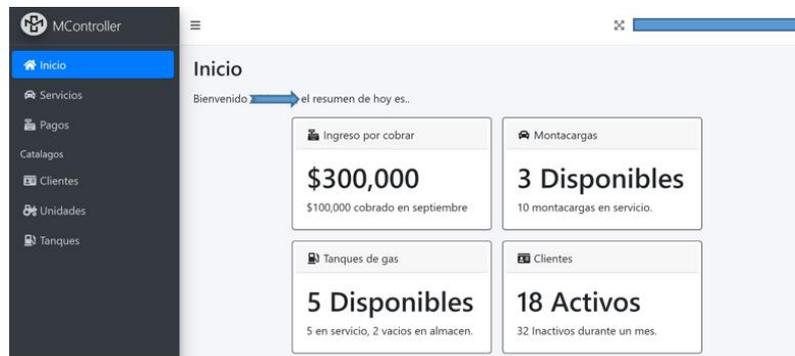


Fase de Desarrollo e Implementación: En esta fase se instalan las herramientas necesarias para el desarrollo de la aplicación, se configuran los paquetes necesarios que servirán de ayuda para la codificación. Ya con las herramientas listas, se realiza la construcción de las funciones que ejecutan la lógica del negocio.

Fase de Validación y Presentación: El desarrollo está dividido en módulos, al finalizar el desarrollo de cada uno de estos fueron presentados en la empresa para su validación de funcionamiento.

Fase de Mantenimiento: Al finalizar con todos los módulos se toma el tiempo para revisar cada parte del proyecto para encontrar errores y corregirlos antes de presentar el funcionamiento para su liberación. El resultado final obtenido del proyecto MController fue algunas de las siguientes interfaces web validadas y verificadas por el cliente (ver Figuras 7 y 8).

Figura 7. *Pantalla inicial de indicadores*



En la Figura 8: se visualiza la pantalla de servicios, donde se lleva el control en forma de bitácora de los servicios solicitados.

Figura 8. *Pantalla de servicios*



En la Figura 9 se muestra la pantalla que controla cada servicio, captando la información del usuario en cada fase del proceso del servicio.

Figura 9. Control de servicios

Rubro	Cantidad	Unitario	Suma
Dias de renta	16	\$1700	\$25,000
Traslado	0	\$1000	\$1000
Tanques extra	5	\$350	\$1800
Dias cuarentena	1	\$350	\$1800
Total			\$0

Dentro del módulo de clientes se puede acceder al detalle del cliente, aquí se pueden realizar el Altas/ Bajas/ Cambios (ABC) de las áreas, dirección y precios del cliente, como se muestra en la Figura 10.

Figura 10. Cliente Detalle (ABC Precios y Direcciones)

En la Figura 11, se muestra la pantalla de las unidades donde se realizan las funciones de altas, bajas y cambios.

Figura 11. Unidades (Altas, bajas y cambios)

Id	Nombre	Marca	Modelo	FechaIngreso	Estatus	Descripcion	Reg. Creado	Acciones
2	01	toyo	2011	2022-08-13 00:00:00	Activo	hoy	3 weeks ago	[Edit] [Delete]
3	02	02	Yale	2022-08-13 00:00:00	Activo	otro	1 second ago	[Edit] [Delete]

Mostrando 1 a 2 de 2 registros

En la Figura 12 se muestra la pantalla de altas, bajas y cambios de los tanques de gas.

Figura 12. *Tanques (Altas bajas y cambios)*



Id	Nombre	Descripción	Disponible	Estatus	Fecha ingreso	Reg. Creado	Acciones
2	01	tanque viejo	Si	Desactivo	2022-08-13 00:00:00	1 month ago	 

Con el desarrollo de este proyecto se concluye que es de suma importancia estar a la vanguardia con la tecnología, ya que las empresas al no tomar en cuenta el ámbito tecnológico se cierran a una infinidad de posibilidades que esta área brinda. Se debe de buscar la mejora continua, ya que en poco tiempo el mundo ha sufrido cambios que orillan a tener que adaptarse, de lo contrario afecta a todos. Se puede tomar como ejemplo este proyecto donde se detecta un área de oportunidad ya que la empresa no estaba siendo eficiente en sus procesos internos por descuidar el flujo y control de su información.

Discusión

La colaboración universitaria es una estrategia que da resultados y mejora los procesos educativos y de transferencia hacia la sociedad. Las experiencias descritas en este trabajo muestran que es posible contribuir a los aprendizajes y a la mejora de las empresas Pymes por medio de la tecnología, en este caso, el desarrollo de software. La conformación de equipos de trabajo entre profesores y alumnos para el desarrollo de proyectos hace que la educación se fortalezca ya que los alumnos aprenden tomando en consideración el entorno que les rodea y participan en las diversas problemáticas, en otras palabras, les encuentran sentido a los conocimientos aprendidos. El proyecto de la calculadora de proposiciones nació por la discusión sobre la enorme dependencia tecnológica que México tiene, tanto a nivel industrial como a nivel educativo. Si bien ya existen desarrollos similares a la calculadora (Nieto y Ramos, 2016), el reto era demostrar que en una materia como Matemáticas Discretas se podía desarrollar software educativo y

ajustarlo a las necesidades de la clase. Este sistema también se utilizó para los aprendizajes de los alumnos de la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad La Salle Noroeste.

Por otro lado, la colaboración en el formato de estadía entre la Universidad Tecnológica del Sur de Sonora y la empresa beneficiaria ha dado resultados importantes ya que es posible contribuir a la mejora de los procesos con la ayuda de la tecnología, en este caso, con el desarrollo de software. El desarrollo del “Sistema controlador de pedidos MController” permitió a la empresa corregir procesos de venta, renta, servicio y refacciones de montacargas. El sistema le ayudó a la empresa a tener información precisa de sus procesos para mejorar la toma de decisiones y para visualizar que con la ayuda de la tecnología puede aumentar su competitividad y mejorar el flujo de sus procesos. Para el caso del alumno que desarrolla este proyecto, aprendieron la manera de cómo utilizar las herramientas de desarrollo de software para apoyar a las Pymes, lo que sin lugar a duda contribuye a su formación y al desarrollo de aquellas competencias y habilidades blandas que en la empresa son requeridas.

En este sentido, se puede afirmar que la colaboración entre universidades y entre universidades y empresas es uno de los caminos más adecuados para la transferencia de conocimientos, para la alta formación de los estudiantes y egresados, para mostrar el compromiso social universitario y para desarrollar a las empresas en el marco del desarrollo tecnológico. La conformación de la Red ALFA ha permitido el trabajo colaborativo entre las universidades que la integran y su funcionamiento es importante para motivar la transferencia de conocimientos de las universidades a las empresas.

Conclusiones

Sin lugar a dudas, la colaboración institucional ayuda a potenciar el desarrollo de proyectos en el ámbito educativo y en los procesos de transferencia de conocimientos hacia la sociedad. Los problemas que enfrenta día a día la sociedad no pueden ser abordados por una sola universidad, por lo que las relaciones de colaboración universitaria resultan esenciales para poder mejorar la enseñanza y el desarrollo de proyectos. Bajo esta visión se creó la Red ALFA en el año 2005 y a la fecha las universidades que la integran han desarrollado diversos proyectos académicos, de

investigación y de transferencia. En este artículo se han descrito dos proyectos de software desarrollados por la Universidad La Salle Noroeste y la Universidad Tecnológica del Sur de Sonora, ambas integradas a la Red ALFA.

El primer proyecto consistió en el desarrollo de una calculadora de proposiciones y fue diseñada por alumnos y el profesor de la materia de Matemáticas Discretas de la Universidad La Salle Noroeste, asesorados por profesores de la UTS. Este proyecto demostró que es posible desarrollar tecnología propia en pequeña escala para asistir a la educación, en este caso, a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Es necesario desarrollar software educativo con la finalidad de reducir la enorme dependencia tecnológica que tienen los países subdesarrollados y para que los alumnos participen y se formen logrando poner en práctica sus conocimientos en proyectos reales.

El segundo proyecto estuvo relacionado con el desarrollo de software para apoyar y mejorar los procesos de una empresa Pyme. La estrategia de colaboración empresa-universidad a través de las estadías profesionales implementada por la UTS, permite participar activamente en el desarrollo de proyectos con las empresas. La transferencia de conocimientos y de recursos tecnológicos se simplifica con este modelo de colaboración y los alumnos tienen una formación de campo que les permite poner en práctica las competencias y las habilidades aprendidas en las aulas así como fortalecer u obtener nuevas.

Finalmente, la colaboración universitaria debe ser promovida como el mejor mecanismo que existe para mejorar las condiciones y los procesos educativos, y para potenciar la transferencia de conocimientos y tecnologías al sector empresarial.

Lista de referencias

- Aguirre J.C. Jaramillo L. G. (2015). El papel de la descripción en la investigación cualitativa, *Cinta moebio*, Vol. 53, pp. 175-189
- Burns, T. y Köster, F. (2016). *Governing Education in a Complex World*. Educational Research and Innovation. Paris: OECD Publishing

- Caicedo, H., Santiago, E. & Parra, M. (2021). Productividad e igualdad de género en redes de colaboración científica. *Revista Saber, Ciencia y Libertad*, 16(2), pp. 216–230.
<https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2021v16n2.74381>
- Cárdenas Tapia, M. (2016). *Sustentabilidad y redes de conocimiento análisis con la teoría de grafos*. Publicaciones empresariales UNAM, FAC Publishing.
- Carmona E. A., Chávez R. (2015). Investigación académica y redes de colaboración: evidencias de México. *Revista Internacional Administración & Finanzas* Vol. 8, No. 5, 2015, pp. 63-80
- Casas, R., y de Gortari, R. (2001). *La formación de redes de conocimiento: una perspectiva regional desde México (Vol. 11)*. Anthropos Editorial.
- Fregoso A. (1979). *Los elementos del lenguaje de la matemática: Parte II. Funciones*. (1979). Editorial Trillas. México.
- Fregoso A. (1977). *Los elementos del lenguaje de la matemática": Parte I. Lógica y conjuntos*. Editorial Trillas. México.
- Garrido C., Rondero N., Vega V. (2013). Innovación, vinculación universidad-empresa y desarrollo. *Desafíos y posibilidades de la REDUE en el espacio ALCUE, Universidades*, núm. 58, pp. 6-23.
- Gutti P., Gutiérrez L.E. Trueba R. (2021). *Redes de vinculación académica: el caso de la Red Iberoamericana de Estudios del Desarrollo, A dimensão cultural nos processos de integração entre países de América Latina*, Suzuki, Cintra, Cerquería de Araujo editores. Universidade de São Paulo, pp. 162-183.
- Jiménez E., Martínez V.M., Beltrán Y. y Ontiveros S.R. (2020). La importancia de las empresas Spin-Off el desarrollo económico regional, *JU'UNEA Revista de Investigación*, Universidad La Salle Noroeste, No. 5, pp. 5-15.
- Jiménez E., Reyes L.A., García D., Ruelas J.E., Cota A. (2002). *Sistematización del álgebra de Boole en el conjunto binario*. Informe Interno de Investigación. División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 1-48

- Jiménez E., Ochoa F., Martínez V. (2004). "Red Alfa: Red Universitaria Empresarial". Informe Interno de Investigación No 1. RED ALFA – ULSA Noroeste. Sonora México
- López D. (2019). Notas críticas sobre las relaciones entre universidad, gobierno e industria. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, vol. XXV, núm. 4, pp. 40-48.
- Magallanes M.C. (2019). Vinculación universidad-empresa para acceder a la autonomía financiera. IV Congreso Virtual Internacional Desarrollo Económico, Social y Empresarial en Iberoamérica, pp. 523-534.
- Nieto S., Ramos H. (2016). Construcciones de funciones booleanas extendidas a partir de tablas de verdad utilizando el programa Mathematica. XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa SIIE 2016, pp. 91-96.
- Raschio, C., Gallardo, A., Opel, G. (2022). Redes en la gobernanza universitaria mendocina: visión de sus protagonistas. *Contextos de Educación*, 33, pp. 19-27.
- Rauch, F. (2013). Regional networks in education: a case study of an Austrian project. *Cambridge Journal of Education*, 43(3), 313-324
- Ríos, J., Ocegueda, J. (2017). Capacidad innovadora y crecimiento regional en México: un enfoque espacial. *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. xvii, núm. 55, pp. 743-776
- Sommerville, I. (2005). Ingeniería del software: Capítulo IV. El modelo en cascada. Editorial PEARSON EDUCATION, S.A. Madrid.
- Vega J., Manjarrés L., Castro E., Fernández L. (2011). Las relaciones universidad-empresa: tendencias y desafíos en el marco del Espacio Iberoamericano del Conocimiento, *Revista Iberoamericana de Educación*. N. ° 57, pp. 109-124