

Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología



Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje Organizacional

[Propuesta de implementación de blockchain a través del estándar de uso abierto de Blockcerts para la emisión de constancias de acreditación del idioma inglés en la Facultad de Idiomas Enseñada]

Presenta: [Joshue Garzon Vega]

Trabajo Terminal para obtener el grado de Maestro/a) en Tecnologías para el Aprendizaje Organizacional

Dirección de trabajo terminal: [Dra. Patricia Avitia Carlos]

Codirección de trabajo terminal: [Dra. Norma Candolfi Arballo]

28 de 10 del 2024

VOTOS PROBATORIOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Unidad Valle de las Palmas

Tijuana B. C. a 06 de noviembre de 2024.

DR. DAVID ABDEL MEJIA MEDINA
Director de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología
Presente.-

Por este medio hago de su conocimiento, que una vez revisado el trabajo terminal titulado: **“Propuesta de implementación de blockchain a través del estándar de uso abierto de Blockcerts para la emisión de constancias de acreditación del idioma inglés en la Facultad de Idiomas Ensenada”**, presenta el **C. Joshue Garzon Vega, con matrícula No. 1132042**, considero que satisface los requerimientos teóricos y metodológicos exigidos para la acreditación de los 20 créditos correspondientes al trabajo terminal.

Por lo anterior emito **MI VOTO APROBATORIO**, como integrante del Comité Sinodal, para que continúe con los trámites requeridos por el reglamento respectivo, para obtener el título correspondiente.

Agradeciendo su consideración, aprovecho la ocasión para saludarlo cordialmente.

ATENTAMENTE



Presidente del Comité
Dra. Patricia Avitia Carlos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Unidad Valle de las Palmas

Tijuana B. C. a 06 de noviembre de 2024.


DR. DAVID ABDEL MEJIA MEDINA
Director de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología
Presente.-

Por este medio hago de su conocimiento, que una vez revisado el trabajo terminal titulado: **“Propuesta de implementación de blockchain a través del estándar de uso abierto de Blockcerts para la emisión de constancias de acreditación del idioma inglés en la Facultad de Idiomas Ensenada”**, presenta el **C. Joshue Garzon Vega, con matrícula No. 1132042**, considero que satisface los requerimientos teóricos y metodológicos exigidos para la acreditación de los 20 créditos correspondientes al trabajo terminal.

Por lo anterior emito **MI VOTO APROBATORIO**, como integrante del Comité Sinodal, para que continúe con los trámites requeridos por el reglamento respectivo, para obtener el título correspondiente.

Agradeciendo su consideración, aprovecho la ocasión para saludarlo cordialmente.

ATENTAMENTE



Sinodal del Comité

Dr. Jesuan Alberto Sepúlveda Rodríguez

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Unidad Valle de las Palmas**

Tijuana B. C. a 11 de Noviembre de 2024.

DR. DAVID ABDEL MEJIA MEDINA

**Director de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología
Presente.-**

Por este medio hago de su conocimiento, que una vez revisado el trabajo terminal titulado: **“Propuesta de implementación de blockchain a través del estándar de uso abierto de Blockcerts para la emisión de constancias de acreditación del idioma inglés en la Facultad de Idiomas de Ensenada”**, presenta el **C. Joshue Garzon Vega, con matrícula No. 1132042**, considero que satisface los requerimientos teóricos y metodológicos exigidos para la acreditación de los 20 créditos correspondientes al trabajo terminal.

Por lo anterior emito **MI VOTO APROBATORIO**, como integrante del Comité Sinodal, para que continúe con los trámites requeridos por el reglamento respectivo, para obtener el título correspondiente.

Agradeciendo su consideración, aprovecho la ocasión para saludarlo cordialmente.

ATENTAMENTE



Sinodal del Comité
Dra. Leticia Cervantes Huerta

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Unidad Valle de las Palmas**

Tijuana B. C. a 11 de Noviembre de 2024.

DR. DAVID ABDEL MEJIA MEDINA
Director de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología
Presente.-

Por este medio hago de su conocimiento, que una vez revisado el trabajo terminal titulado: **“Propuesta de implementación de blockchain a través del estándar de uso abierto de Blockcerts para la emisión de constancias de acreditación del idioma inglés en la Facultad de Idiomas de Ensenada”**, presenta el **C. Joshue Garzon Vega, con matrícula No. 1132042**, considero que satisface los requerimientos teóricos y metodológicos exigidos para la acreditación de los 20 créditos correspondientes al trabajo terminal.

Por lo anterior emito **MI VOTO APROBATORIO**, como integrante del Comité Sinodal, para que continúe con los trámites requeridos por el reglamento respectivo, para obtener el título correspondiente.

Agradeciendo su consideración, aprovecho la ocasión para saludarlo cordialmente.

ATENTAMENTE



Sinodal del Comité
Dra. Norma Candolfi Arballo

Dedicatoria

Dedico este proyecto, en primer lugar, a mi familia, quienes han sido mi pilar incondicional en cada paso de mi vida académica y profesional. Su apoyo constante y su confianza en mí han sido fundamentales para llegar hasta aquí. A mi novia, Claret, por siempre motivarme a seguir preparándome y por su amor incondicional, que me ha impulsado a superar cada reto. También, agradezco a mis maestros de posgrado, quienes con su conocimiento y guía han sido una inspiración para seguir aprendiendo y creciendo. Y, por último, a mis compañeros de generación, quienes con su experiencia hicieron este viaje placentero.

Agradecimientos

A mi directora de tesis, la Dra. Patricia Avitia Carlos, por su invaluable orientación, apoyo y dedicación a lo largo de todo el desarrollo de este proyecto. Su guía constante me permitió enfrentar cada reto, lo que fue esencial para avanzar en este trabajo.

A mi codirectora, la Dra. Norma Candolfi Arballo, por su experiencia y sabiduría, que me ayudaron a darle forma a este proyecto. Su enfoque detallado y preciso fue crucial para lograr los objetivos propuestos.

A la Dra. Samantha Paulina Jiménez Calleros, por su valiosa guía en los momentos más difíciles del proyecto. Su apoyo, especialmente en los momentos de mayor incertidumbre, fue una luz que me permitió seguir adelante y alcanzar la meta.

Finalmente, a todos los profesores y compañeros que me acompañaron en este viaje académico, su motivación y colaboración hicieron de esta experiencia algo más significativo y enriquecedor.

Resumen

Este proyecto presenta la propuesta de implementación del estándar de uso abierto Blockcerts para la emisión de constancias de acreditación del idioma inglés en la Facultad de Idiomas Ensenada de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Las constancias de acreditación del idioma extranjero son documentos esenciales para los estudiantes, ya que constituyen un requisito indispensable para la titulación. En la actualidad, el proceso de emisión de estos documentos enfrenta desafíos relacionados con la autenticidad, seguridad y verificación, lo que genera la necesidad de optimizarlo a través de tecnologías emergentes.

El objetivo del proyecto es crear un sistema basado en la tecnología Blockchain para emitir constancias digitales que garanticen su autenticidad, confiabilidad y verificabilidad. Para ello, se ha elegido Blockcerts, un estándar que permite la creación, emisión y verificación de certificados digitales de manera segura y descentralizada. Este enfoque no solo facilita la verificación de los certificados por parte de terceros, como empleadores o instituciones educativas, sino que también asegura la inmutabilidad de los documentos y reduce la posibilidad de falsificación.

A lo largo del desarrollo del proyecto, se llevaron a cabo varias fases, comenzando con el análisis del sistema actual de emisión de constancias, la identificación de los actores clave, y la investigación sobre el funcionamiento y potencial de Blockcerts en el ámbito educativo. Se evaluó una propuesta que incluye la creación de plantillas de certificados, su emisión a través de la tecnología Blockchain y la verificación posterior. Si bien el proyecto enfrentó desafíos técnicos, como la configuración de Cert-issuer, se lograron avances significativos que sentaron las bases para continuar con la implementación.

Los resultados sugieren que el uso de Blockcerts en la FIE tiene el potencial de mejorar considerablemente la seguridad y eficiencia del proceso de emisión de constancias, proporcionando a los estudiantes un documento digital que cumpla con los estándares más altos de seguridad y verificabilidad.

ÍNDICE

Contenido

Dedicatoria.....	5
Agradecimientos.....	6
Resumen.....	7
Lista de tablas y figuras.....	10
I. Introducción.....	12
1.1 Antecedentes de la organización y su contexto.....	13
1.1.1 Misión.....	13
1.1.2 Misión.....	13
1.1.3 Visión.....	13
1.1.4 Fuentes de Financiamiento de la FIE.....	14
1.1.5 Planta académica.....	14
1.1.6 Cultura Digital.....	16
1.1.7 Constancias de acreditación del idioma inglés.....	17
1.2 Planteamiento del problema.....	24
1.2.1 Antecedentes del problema.....	24
1.2.2 Diagnóstico organizacional.....	25
1.2.2.1 Descripción.....	28
1.2.2.2 Resultados del diagnóstico.....	28
1.2.3 Delimitación del problema.....	33
1.2.3.1 Núcleo del proyecto.....	33
1.2.3.2 Preguntas centrales.....	33
1.3 Objetivo(s).....	34
1.3.1 Objetivo General.....	34
1.3.2 Objetivos específicos.....	34
1.4 Justificación.....	35
2. Marco de referencia.....	36
2.1 Blockchain: Fundamentos y Aplicaciones.....	37
2.2 Funcionamiento de Blockchain.....	38
2.2.1. Hash.....	39
2.2.2. Bloques.....	39
2.2.3. Nodos.....	41
2.3 Usos de Blockchain en la educación.....	42
2.4. Certificados digitales vs. servicios de Blockchain.....	43
3. Metodología.....	45
3.1 Diseño del procedimiento de seguimiento, evaluación e implementación.....	45
3.2 Planificación del proyecto.....	46
3.3. Riesgos asociados al proyecto.....	50
4.1 Desarrollo del proyecto.....	52
4.2. Blockcerts.....	54
4.2.1. Creación de plantilla de certificado.....	57

4.2.2. Emisión de certificado no firmado.....	63
4.2.2.1. Configuración del entorno Docker.....	63
4.2.2.2. Generación de Direcciones y Claves Privadas.....	64
4.2.2.3. Configuración de cert-issuer.....	64
4.2.2.4. Emisión del Certificado.....	65
4.3. Costos asociados a la emisión de certificados en la Blockchain.....	67
4.3.1. Factores que afectan el costo de la transacción en Bitcoin.....	67
4.3.2. Ejemplo de emisión con 300 KB de certificados.....	67
4.3.3. Costos en la red Ethereum.....	68
4.3.4. Factores que influyen en los costos de la red Ethereum.....	68
4.3.5. Estimación de costos para la emisión de certificados en Ethereum.....	68
5.1. Implementación tecnológica.....	70
5.2. Beneficios potenciales identificados.....	70
5.3. Desafíos y limitaciones.....	71
5.4. Siguiete fase del proyecto.....	71
6.1. Impacto de la implementación de Blockcerts.....	72
Referencias.....	73

Lista de tablas y figuras.

Índice de tablas.

Tabla 1. Lista de departamentos, coordinaciones, áreas de responsabilidad académica.....	14
Tabla 2. Comparación entre un certificado digital y soluciones en Blockchain.....	43
Tabla 3. Estructura del desglose del trabajo.....	46
Tabla 4. Desglose de actividades del proyecto de intervención.....	49
Tabla 5. Análisis de riesgos.....	50
Tabla 6. Proveedores de servicios de emisiones a través de Blockchain.....	53
Tabla 7. Información del archivo conf.ini.....	57
Tabla 8. Comando para generar clave y dirección.....	64
Tabla 9. Archivo de configuración en cert issuer.....	65
Tabla 10. Comando de emisión.....	65
Tabla 11. Costos estimados para la emisión en la red Ethereum.....	69

Índice de figuras.

Figura 1. Organigrama de la Facultad de Idiomas Ensenada.....	16
Figura 2. Constancias de acreditación del idioma inglés emitidas semestralmente.....	19
Figura 3. Constancia de Acreditación del idioma emitida utilizando el Sistema de Solicitud de Constancias.....	20
Figura 4. Sistema de control del proceso de acreditación del idioma.....	21
Figura 5. Diagrama del procedimiento actual de las constancias de acreditación del inglés.....	22
Figura 6. Modelo de Diagnóstico. Diagrama de Venn.....	26
Figura 7. Análisis FODA del sistema de solicitud de constancias.....	27
Figura 8. Distribución por género.....	29
Figura 9. Distribución por unidad de egreso.....	29
Figura 10. Respuestas sobre la notificación de disponibilidad de la constancia.....	30
Figura 11. Distribución por sector laboral.....	30
Figura 12. Solicitudes de comprobante o certificado de inglés en la vida profesional.....	31
Figura 13. Utilidad de la tecnología para validar experiencia.....	31
Figura 14. Análisis de Pareto de los resultados del cuestionario.....	32
Figura 15. Ejemplo de libro distribuido.....	37
Figura 16. Ejemplo de Bloque y Hash en la Blockchain.....	40
Figura 17. Funcionamiento de Blockchain.....	41
Figura 18. Modelo metodológico de Hidalgo, León y Pavón.....	45
Figura 19. Árbol de decisiones.....	52
Figura 20. Guía del procedimiento general de Blockcerts.....	55
Figura 21. Situación experimental al implementar emisiones de certificados mediante Blockcerts al proceso de acreditación del idioma inglés.....	56

Figura 22. Archivo conf.ini en Visual Studio Code.....	59
Figura 23. Secuencia de comando create_v2_certificate_template.....	59
Figura 24. Plantilla de certificado creada.....	60
Figura 25. Plantilla al ser verificada en Blockcerts #1.....	60
Figura 26. Plantilla al ser verificada en Blockcerts #2.....	61
Figura 27. Secuencia de comando Instantiate_v2_certificate_batch.py.....	61
Figura 28. Certificado instanciado.....	62
Figura 29. Certificado no firmado.....	63
Figura 30. Ejemplo de certificado emitido.....	66

Capítulo 1

I. Introducción

La evolución constante de las tecnologías digitales ha transformado diversos aspectos de la vida cotidiana, incluyendo los procesos educativos y administrativos. En particular, las instituciones académicas enfrentan el desafío de adaptar sus sistemas a un entorno cada vez más digitalizado. La Facultad de Idiomas Ensenada (FIE) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), se encuentra en la búsqueda de soluciones tecnológicas que aseguren la autenticidad y confiabilidad de los documentos institucionales que emiten, específicamente en la emisión de constancias de acreditación del idioma inglés, las cuales son un requisito fundamental para la titulación de los estudiantes.

En este contexto, surge la propuesta de implementar el estándar de uso abierto de Blockcerts, una tecnología basada en Blockchain, para dar seguridad a la emisión de las constancias de acreditación. Blockcerts ofrece un marco seguro y descentralizado para la creación, emisión y verificación de certificados digitales, lo que permite garantizar la autenticidad de los documentos emitidos y reducir la posibilidad de falsificaciones. Esta tecnología no solo mejora la seguridad, sino que también facilita la verificación inmediata de los certificados por parte de terceros interesados, como empleadores o instituciones académicas.

El presente proyecto busca implementar un sistema basado en Blockcerts para la emisión de constancias de acreditación del idioma inglés, abordando los desafíos actuales en torno a la verificación y autenticidad de dichos documentos. A través de la aplicación de esta tecnología, se espera optimizar los procesos administrativos de la FIE y proporcionar un mayor valor al fortalecer la seguridad de las constancias.

A lo largo de este trabajo se analizan los aspectos técnicos y administrativos necesarios para llevar a cabo la implementación de Blockcerts, así como los beneficios que esta solución tecnológica puede aportar a la FIE y su comunidad estudiantil. Asimismo, se identificarán los desafíos y limitaciones encontrados durante el proceso, con el objetivo de ofrecer un panorama completo sobre la viabilidad de este proyecto en el contexto institucional actual.

1.1 Antecedentes de la organización y su contexto

La FIE de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), es una institución con 50 años de antigüedad, siendo una institución clave en la formación de profesionales en Enseñanza de Lenguas y Traducción. La FIE ofrece dos programas educativos de licenciatura: la Licenciatura en Lenguas y la Licenciatura en Traducción. Asimismo, a nivel estatal se imparten programas de posgrado, como la Maestría en Lenguas Modernas y el Doctorado en Ciencias del Lenguaje. La FIE también cuenta con el Programa de Lenguas Extranjeras en Línea, disponible a través de la plataforma DEXWAY, el cual permite a los estudiantes obtener créditos optativos y una constancia de acreditación del idioma inglés. Adicionalmente, mediante su área de Educación Continua, la FIE ofrece diplomados como el Diplomado para Profesores de Español como Lengua Extranjera, el Diplomado en Educación Especial y el Diplomado en Competencia Docente para la Enseñanza del Idioma Inglés. También se imparten cursos de inglés con propósitos específicos, como Evaluación Psicológica de Niños y Adultos, y el curso de Traducción y Subtitulaje: Accesibilidad Audiovisual y Audiodescripción.

1.1.2 Misión

La misión de la FIE es:

Formar profesionistas íntegros y de alta calidad en la enseñanza de lenguas, traducción e interpretación, así como en áreas relacionadas, tanto a nivel de licenciatura como de posgrado. Asimismo, generar y difundir el conocimiento y la cultura utilizando enfoques innovadores y tecnologías actuales, promoviendo la inclusión y la sostenibilidad en el contexto regional, nacional e internacional. (Plan de Desarrollo de la Unidad Académica, 2023).

1.1.3 Visión

La visión de la FIE es:

La Facultad de Idiomas es una institución de referencia nacional e internacional en la formación de profesionistas íntegros y altamente capacitados en la enseñanza de lenguas, traducción e interpretación, así como disciplinas afines, que contribuyen activamente a la construcción de una sociedad incluyente, conectada y sostenible, siendo reconocida por su impacto positivo y liderazgo en la transformación educativa

y cultural a nivel mundial a través de programas de licenciatura y posgrado de excelencia (Plan de Desarrollo de la Unidad Académica, 2023).

1.1.4 Fuentes de Financiamiento de la FIE

La FIE, tiene tres tipos de financiamiento, un subsidio federal, un subsidio estatal y recursos propios (Patronato Universitario UABC, 2022). Así pues, la FIE adquiere sus propios recursos ofreciendo diferentes servicios a la comunidad universitaria y al público en general, tal como lo son los exámenes de acreditación, cursos de nivelación y de lenguas extranjeras en línea, las constancias de acreditación de segundas y terceras lenguas, certificaciones de lenguas, traducciones, cuotas de inscripciones a licenciatura y posgrados y venta de boletos de sorteos UABC. Siendo las constancias de acreditación el servicio que más ingresos proporciona a la institución.

1.1.5 Planta académica

Hasta el 07 diciembre de 2023 la FIE tenía su sede en Mexicali y contaba con unidades académicas en Tijuana con Extensión en Tecate y Ensenada (Zona Costa). Por lo que su planta docente estaba conformada a nivel Estado por 34 Profesores de Tiempo Completo (PTC), 43 Técnicos Académicos de Tiempo Completo (TATC), cuatro Técnicos Académicos de Medio Tiempo (TAMT) y 118 profesores de asignatura (Tercer Informe de Actividades, 2022). De Los cuales, 45 profesores pertenecen a la FIE, siendo cinco PTC, uno medio tiempo, siete Técnicos Académicos y 25 maestros de asignatura. En el área administrativa se cuenta también con dos Secretarios y un Auxiliar Académico. Asimismo, la FIE cuenta hasta el ciclo 2024-1 con una matrícula de 403 alumnos.

Tabla 1. *Lista de departamentos, coordinaciones, áreas de responsabilidad académica.*¹

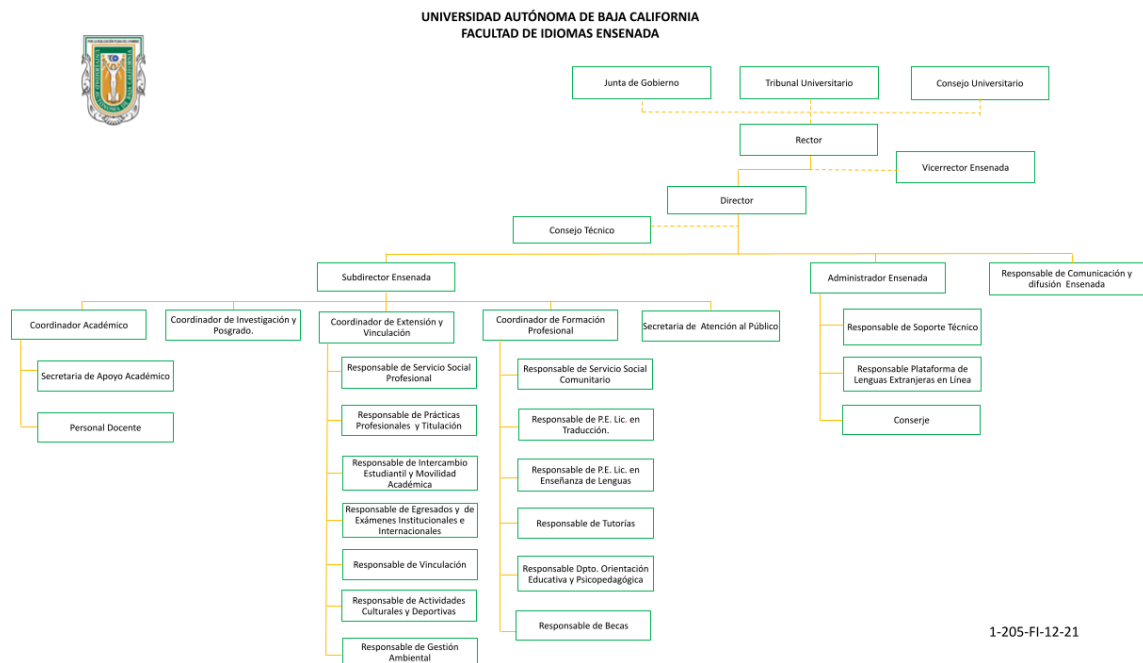
Departamentos, coordinaciones, áreas de responsabilidad académica, personal académico y de servicios.
Coordinador Académico
Secretaria de Apoyo Docente
Coordinador de Investigación y Posgrado

¹De Facultad de Idiomas Ensenada organigrama, 2021
<https://idiomas.ens.uabc.mx/organigrama/organigrama-ensenada/>

Coordinador de Extensión y Vinculación
Responsable de Servicio Social Profesional
Responsable de Prácticas Profesionales y Titulación
Responsable de Intercambio Estudiantil y Movilidad Académica
Responsable de Egresados y Exámenes Institucionales e Internacionales
Responsable de Vinculación
Responsable de Actividades Culturales y Deportivas
Responsable de Gestión Ambiental
Coordinador de Formación Profesional
Responsable de Servicio Social Comunitario
Responsables de los Programas Educativos
Responsable de Tutorías
Responsable Dpto. Orientación Educativa y Psicopedagógica
Responsable de Becas
Administrador
Responsable de Soporte Técnico
Responsable de Lenguas Extranjeras en Línea
Responsable de Comunicación y Difusión
Personal de Servicios y Docentes

Si bien cabe mencionar que debido a la escisión celebrada el día 07 de diciembre del 2023 ([Gaceta UABC, 2024](#)), las áreas, coordinaciones, departamentos y el organigrama pueden tener cambios significativos.

Figura 1. Organigrama de la Facultad de Idiomas Enseñada.



1.1.6 Cultura Digital

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Institucional de la UABC (2019), menciona su objetivo en Políticas, estrategias y acciones institucionales en la sección 7 Cultura digital, que es incorporar la cultura digital en la realización de las funciones sustantivas y de gestión de la universidad con base en esquemas de colaboración y aprovechamiento de las tecnologías digitales. Del mismo modo, el [Plan de Desarrollo Institucional \(2023\)](#), en la estrategia 6, línea de acción 6, plantea la necesidad de “desarrollar programas de credenciales alternativas para la formación integral, la actualización y el empleo, en atención a las necesidades regionales y globales” (p. 26).

De manera complementaria, el Plan de Desarrollo de la Unidad Académica (2023) en su política de "Aprendizaje integral, flexible y a lo largo de la vida" destaca la necesidad de implementar un sistema de certificación para alumnos que completen PUAs seriadas, permitiendo otorgar micro credenciales en áreas específicas del conocimiento (Plan de Desarrollo de la Unidad Académica, 2023).

Esto quiere decir que, la UABC como la Facultad de Idiomas, destacan la obligación de invertir tanto en las personas que laboran en la institución, como en la tecnología que se emplea para las actividades académicas sustantivas. Esto abarca todos los procesos administrativos en los cuales los alumnos, académicos y funcionarios se interrelacionan de manera intrínseca debido a la naturaleza de sus responsabilidades.

1.1.7 Constancias de acreditación del idioma inglés

La FIE ha servido a la universidad como principal generador de constancias de acreditación del idioma inglés, el cual es un requisito de egreso, tal como lo menciona el artículo 116 del Estatuto Escolar de la Universidad Autónoma de Baja California (2021):

El conocimiento de una lengua extranjera se considera parte indispensable de la formación de todo alumno. Este requisito académico se entenderá implícito en todos los planes de estudios de la Universidad (p.12).

Esto subraya la importancia crítica de las constancias de acreditación del idioma inglés para la comunidad estudiantil universitaria. Sin ellas, los estudiantes no podrían obtener su titulación.

En relación con lo anterior, hasta 2019, la FIE entregaba las constancias de acreditación del idioma inglés de manera física, en las oficinas de dirección y subdirección de dicha unidad académica a nivel estado. El procedimiento y pasos para solicitar la constancia eran los siguientes:

1. Comprobar el conocimiento de la lengua con un examen y/o cursar el idioma inglés en el Programa de Lenguas Extranjeras en Línea de la Facultad de Idiomas, cursar en UNISER² o algún curso externo.
2. Una vez aprobado satisfactoriamente el examen de conocimiento de la lengua y haber obtenido el nivel requerido para titulación, el alumno deberá ir a las oficinas de la Facultad de Idiomas y solicitar la Constancia de Acreditación del Idioma Inglés. El alumno deberá entregar Comprobante de acreditación del idioma, cardex y comprobante de pago de la constancia (el cual debía hacerse de manera presencial)

² Uniser UABC, A.C., es una asociación civil vinculada a la Universidad Autónoma de Baja California que apoya la oferta educativa en idiomas extranjeros, operando la División de Lenguas Extranjeras (CELEX), ahora Centro de Educación Continua (CEC) Además, Uniser proporciona servicios administrativos y tecnológicos a cursos de la UABC, incluyendo la gestión de programas de educación continua y capacitación en diversos idiomas, dirigidos tanto a la comunidad universitaria como al público en general (Patronato Universitario UABC, s.f.).

3. El responsable de acreditación de la FIE y el auxiliar administrativo, comprueban los datos académicos del alumno, el resultado del examen y el pago recibido. Se escanean los documentos.
4. Se imprime la Constancia de Acreditación del Idioma Inglés, la cual deberá ser firmada por el director de la FIE.
5. Se le notifica al alumno y se hace entrega de la constancia.

Todo el proceso, desde la generación de la solicitud hasta la entrega de la constancia al alumno, solía tardar entre 4 y 6 semanas. Para un alumno que planifica adecuadamente, este lapso no representa un inconveniente, ya que ha organizado sus tiempos de manera eficiente. Sin embargo, existen situaciones donde el alumno, al acercarse al final de su carrera, enfrenta una serie de complicaciones: puede haber olvidado los requisitos de titulación, estar culminando sus créditos restantes, cumplir con prácticas profesionales, e incluso trabajar largas jornadas para cubrir sus gastos. En estos casos, el tiempo de espera para obtener la constancia puede generar estrés y frustración, especialmente cuando dicha constancia es crucial para mejorar sus oportunidades laborales, siendo el empleo una de las principales motivaciones para completar sus estudios (Selingo, 2018).

Con la llegada de la pandemia de COVID-19, la digitalización de procesos se aceleró de manera inevitable. La FIE, cuyas actividades dependían fuertemente de los servicios presenciales como exámenes, cursos y certificaciones, se vio en la necesidad de transformar sus operaciones para adaptarse al entorno virtual. Este desafío impulsó a la Facultad a modernizar sus procesos y adaptarse a la nueva realidad digital. Tal como lo mencionan en el informe anual de actividades (2020):

los servicios que presta la Facultad de Idiomas se han adaptado a la modalidad en línea, lo que ha permitido a la comunidad estudiantil realizar trámites y procesos para la obtención de constancias a través de un sistema de emisión de acreditaciones de lenguas extranjeras totalmente no presencial. Con esta acción, se continuó con el trabajo a pesar de los impedimentos para la atención personalizada (p. 38).

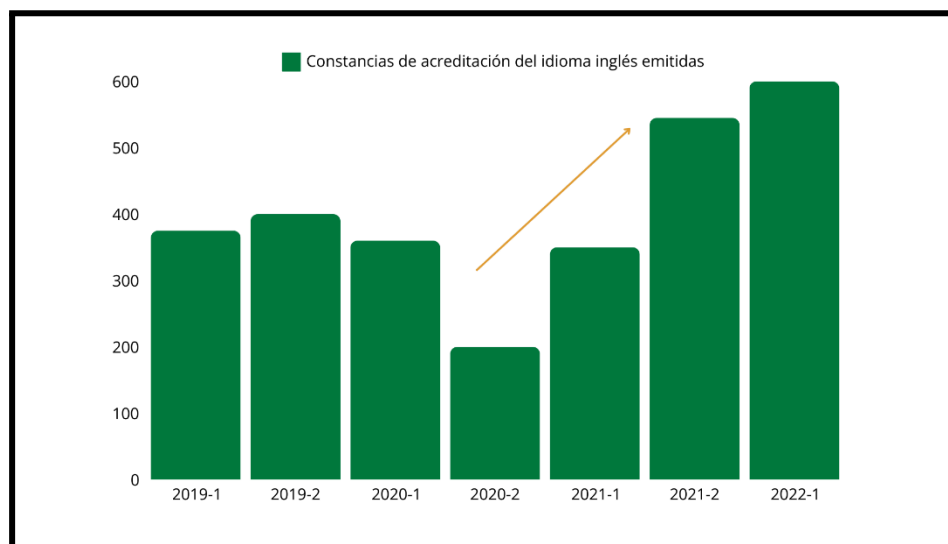
A partir de 2020, el proceso de solicitud y entrega de la constancia de acreditación del idioma inglés en la FIE de la UABC fue digitalizado en su totalidad. Anteriormente, en 2019, el proceso requería trámites presenciales; sin embargo, ahora se realiza de forma completamente digital a través del Sistema de Solicitud de Constancias, disponible en línea

en la página web de la Facultad.³

Este nuevo sistema permite al solicitante completar todas las etapas del proceso en un solo entorno digital: desde la solicitud mediante un formulario electrónico, hasta el pago por transferencia bancaria y la entrega de la constancia en formato PDF con un código QR, que se envía directamente al correo institucional del usuario. Con esta implementación, el tiempo de procesamiento se ha reducido a aproximadamente una semana. Este proceso digital requiere la colaboración entre la Facultad de Idiomas; al ser quien emite la constancia, la Coordinación General de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar; proporciona acceso a la base de datos de estudiantes para verificar la información del solicitante y la Tesorería, recibe y gestiona los pagos. De esta manera, se han integrado los esfuerzos para facilitar y agilizar el acceso a las constancias de manera eficiente.

Para entender el impacto que ha tenido el nuevo sistema para la FIE, la Figura 2 muestra el volumen de constancias de acreditación del idioma inglés emitidas por la FIE de manera semestral.

Figura 2. *Constancias de acreditación del idioma inglés emitidas semestralmente.*



Podemos observar en la figura 2 que, a partir del semestre 2021-2, momento en que inicia el sistema digital de solicitud de constancias, existe una clara tendencia al alza en el número de constancias emitidas. Esto demuestra la importancia para la FIE tener mecanismos que faciliten a los alumnos obtener sus credenciales o constancias.

³ Sistema de solicitud de constancias. <https://idiomas.ens.uabc.mx/constancia-acreditacion>

A continuación, se presenta la Figura 3, que muestra un ejemplo de constancia de acreditación emitida a través del Sistema de Solicitud.

Figura 3. *Constancia de Acreditación del idioma emitida utilizando el Sistema de Solicitud de Constancias.*



 **Universidad Autónoma del Estado de Baja California**
Facultad de Idiomas 

CLAVE: ETL4/22-1
ASUNTO: 
NOMBRE: 
MATRÍCULA: 
UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE IDIOMAS
PROGRAMA EDUCATIVO: LICENCIADO EN TRADUCCION
ACREDITACIÓN: 30 de abril de 2020

DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESTUDIANTILES Y GESTIÓN ESCOLAR
Presente.-

Por este medio hago constar a usted en mi carácter de Director de la Facultad de Idiomas de esta Universidad, que el alumno cuyos datos aparecen en la parte superior, cumplió con la Acreditación de Conocimientos de Lengua Extranjera (3ra:Alemán), como lo especifica el Artículo 116 del Estatuto Escolar de la Universidad Autónoma de Baja California.

Agradezco de antemano la atención que sirva brindar a la presente y sin otro particular por el momento, reitero a usted la seguridad de nuestra atenta consideración.

ATENTAMENTE
Ensenada, Baja California, 24 de febrero de 2022
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"
DIRECTOR



DR. LÁZARO GABRIEL MÁRQUEZ ESCUDERO



LGME/sm

Al leer el código QR de la figura 3, se muestra el sistema de control del proceso de acreditación del idioma, el cual el alumno puede validar sus datos, como lo expone la figura 4.

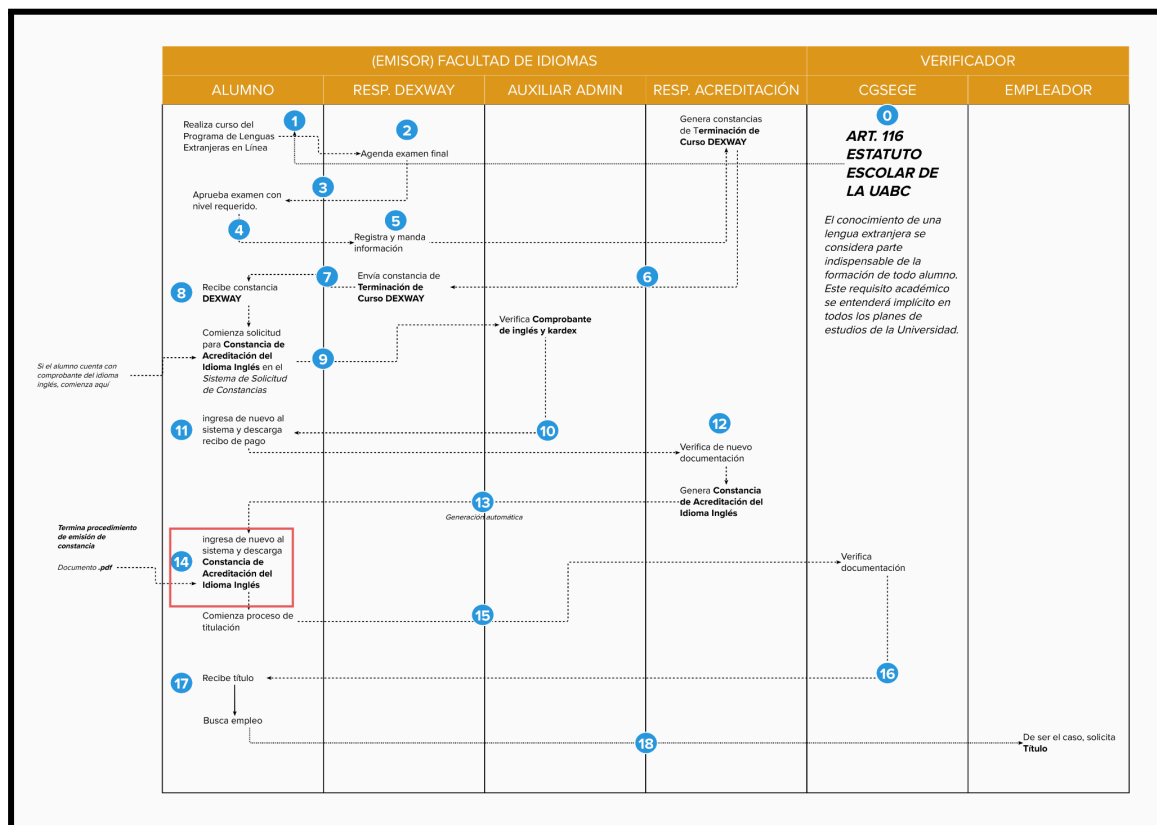
Figura 4. Sistema de control del proceso de acreditación del idioma.

<p style="text-align: center;">Sistema de Control del Proceso de Acreditación del Idioma</p> <p style="text-align: center;">Facultad de Idiomas</p> <hr/> <p style="text-align: center;">VALIDACIÓN DE CONSTANCIA</p> <p style="text-align: center;">Nombre del alumno</p> <p style="text-align: center;">Matrícula</p> <p style="text-align: center;">Tipo de constancia</p> <p style="text-align: center;">Folio</p> <p style="text-align: center;">Forma de acreditación</p> <p style="text-align: center;">Fecha de acreditación</p> <p style="text-align: center;">Unidad académica</p> <p style="text-align: center;">Programa de estudio</p> <p style="text-align: center;">CONSTANCIA VALIDADA</p> <p style="text-align: center;">Fecha de validación</p>

Si bien la FIE ha implementado un sistema que permite a los alumnos generar su constancia de acreditación de manera completamente digital, aún existen aspectos relacionados con la seguridad y autenticidad que deben ser abordados. De acuerdo al Plan de Desarrollo Institucional (2023), menciona que “existen nuevas formas de aprendizaje en las cuales la tecnología adquiere un rol protagónico y determinante, abriendo paso a la digitalización de los servicios educativos” (p. 8). Esto subraya la importancia de seguir optimizando el sistema actual, integrando tecnologías emergentes para garantizar que los documentos emitidos sean no solo accesibles, sino también verificados y confiables.”

Para detallar aún más el procedimiento actual y conocer a los actores responsables dentro del proceso, se diseñó un diagrama de operaciones.

Figura 5. Diagrama del procedimiento actual de las constancias de acreditación del inglés.



En la figura 5, se puede observar el procedimiento actual de las constancias de acreditación del idioma inglés y las áreas responsables. En ese sentido, se puede leer de la siguiente manera:

1. La Coordinación General de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar solicita a las Unidades Académicas (CGSEGE) que dentro de sus programas de estudios se encuentre el requisito de la lengua extranjera para egreso o titulación.
2. Los alumnos, requieren estudiar el inglés en cursos ofertados en sus unidades académicas, por la Facultad de Idiomas, UNISER o cualquier institución pública o privada.
3. Después, se valida el conocimiento de inglés del alumno a través de un examen, ya sea examen de certificación internacional o de acreditación.

4. Si el alumno aprueba satisfactoriamente el examen final se emite la constancia de terminación del curso.
5. El alumno comienza solicitud para Constancia de Acreditación del idioma inglés en el Sistema de Solicitud de Constancias, sube su comprobante del inglés y Kárdex académico.
6. El auxiliar administrativo verifica documentos.
7. El alumno ingresa de nuevo al sistema, genera y descarga su recibo de pago y lo realiza.
8. El Responsable de Acreditación de la FIE verifica de nuevo los documentos subidos al sistema junto al recibo de pago y autoriza la generación de la Constancia de Acreditación del Idioma inglés.
9. El alumno entra de nuevo al sistema y descarga su constancia. **Aquí termina el proceso de emisión de la constancia de acreditación.**
10. Sin embargo, una vez obtenida la constancia de acreditación, continua el proceso de verificación, es por eso que el alumno comienza su proceso de titulación si así fuese el caso. Finaliza el procedimiento cuando la CGSEGE entrega el título al alumno.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Antecedentes del problema

Las evidencias de conocimientos, habilidades o logros han sido el criterio fundamental para la empleabilidad. Estas siempre han sido mediante un papel físico o digital que certifica o valida que la persona sabe, o sabe-hacer alguna tarea específica. Las constancias de acreditación del idioma inglés, en este sentido, representan un elemento crucial en el contexto actual, ya que no solo demuestran competencia lingüística, sino el cumplimiento de un requisito institucional de la universidad. Es por eso que es necesario contar con mecanismos tecnológicos que garanticen la autenticidad, confiabilidad y verificabilidad de estos documentos probatorios.

La transición hacia lo digital de una organización puede definirse como la reinención de los recursos, prioridades y procesos de una compañía con el fin de adecuar su propósito a un mundo digitalmente empoderado (Perkin y Abraham, 2017, como se citó en Sanabría y Méndez-Romero, 2022). No fue sino hasta que la pandemia SAR-COV-2 apresuró la gestación de los procesos tecnológicos y digitales, tal como lo vimos en la transformación de la educación presencial a lo virtual. Esto da a entender que todos los procedimientos administrativos que requieren presencialidad y papel físico podrían ser abordados con tecnología. Tal como menciona Montero (2021):

En los países europeos, se ha producido una transición de la utilización de documentos físicos hacia los documentos digitales denominados credenciales digitales, como una estrategia para simplificar la comprobación de datos entre partes y colaborar con las medidas de distanciamiento establecidas por los gobiernos (p. 4).

La creciente influencia de las tecnologías digitales en la vida cotidiana, la cultura y la economía hace que cualquier sector, grupo social o persona que no acceda a los usos, quedará crecientemente excluido de los beneficios a los que se encuentran ligados oportunidades y servicios. ([Castells 1996](#), como se citó en Rivoir et al., 2019). De tal manera que, las organizaciones demandan personas con habilidades para comunicarse en una segunda lengua, la resolución de problemas, la toma de decisiones, la capacidad de trabajo colaborativo y la adaptación flexible a los cambios rápidos, que se producen en la sociedad del conocimiento (Concari, 2014). Esto significa que, las organizaciones tecnológicas por su impacto y relevancia en los diversos espacios del quehacer humano, así como en las actividades

productivas actuales, las tecnologías de la información y comunicación cobran cada día mayor relevancia. Estas tecnologías representan la materialización de una revolución tecnológica (Alvarado, 2021).

De igual forma, vemos que el aprendizaje del inglés, especialmente en un contexto fronterizo como el de nuestra región, representa no solo una demanda sino una necesidad para la empleabilidad, movilidad transfronteriza, comercio y comunicación en intercambio artístico y cultural ([Toledo et al., 2022](#)). También, como lo menciona López y Galván (2022), la certificación del idioma inglés y formación académica son demandas educativas que actualmente requieren primordial atención para brindar una educación de calidad en los programas de licenciatura y posgrado. El idioma inglés se posiciona como lengua elemental para proveer al futuro egresado de mejores oportunidades de empleo y contar con las credenciales que demanda el sector público y privado.

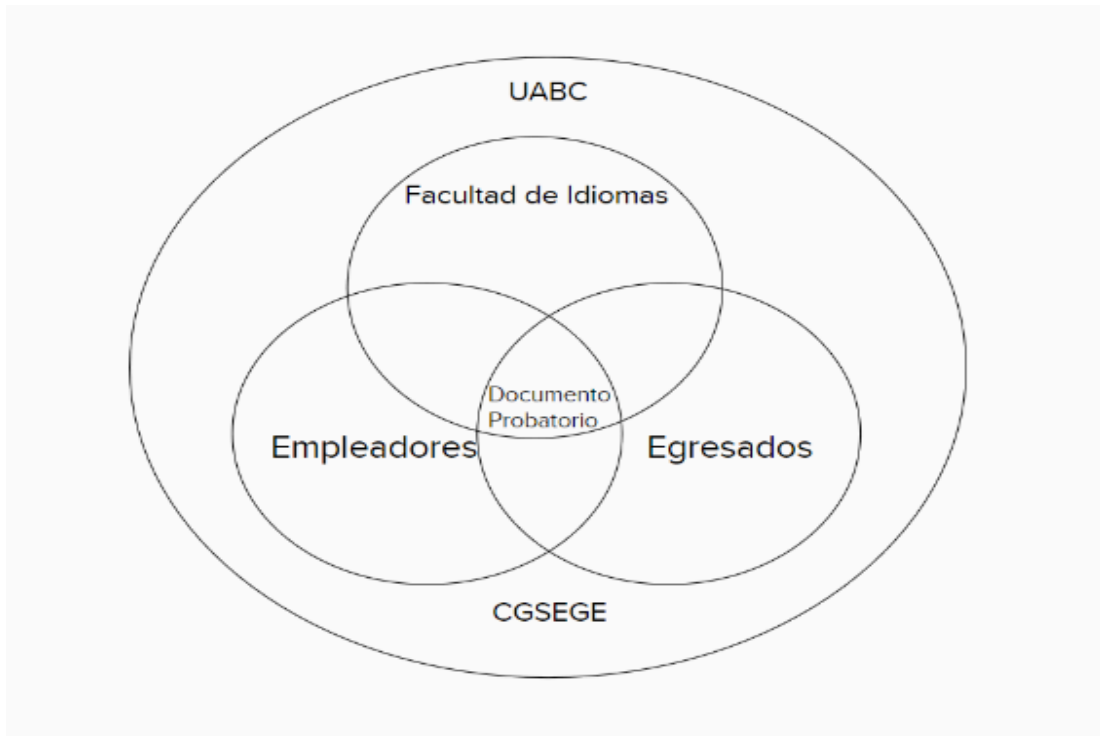
Entonces, tenemos de un lado el aspecto tecnológico que avanza hacia un mundo totalmente digital. Mientras que por el otro observamos que transversalmente las acreditaciones del idioma inglés deben adaptarse a estos cambios, no solo incorporando tecnología en sus procedimientos y formas de obtenerse, sino también creando un nuevo valor en la localidad, en la región y simultáneamente a nivel internacional.

Es por eso que, para este proyecto, se realizó un diagnóstico organizacional en la FIE de la UABC con el fin de identificar oportunidades para desarrollar soluciones a problemáticas dentro de la organización, específicamente a las relacionadas a las constancias de acreditación del idioma inglés expedidas por la misma facultad.

1.2.2 Diagnóstico organizacional

En primer lugar, para realizar el diagnóstico en la organización y en las constancias de acreditación del idioma inglés, se investigó el funcionamiento actual, la estructura organizacional; como lo son los departamentos y áreas de responsabilidad académica, su jerarquía organizacional, la filosofía organizacional; el porqué de la organización, su financiamiento y su visión a futuro. En segundo lugar, se analizó el estado actual del aprendizaje organizacional; las fortalezas y debilidades de la institución y las posibles soluciones y áreas de oportunidad. Aunado a esto, se adaptó un modelo de diagnóstico para responder a las necesidades particulares de la Facultad de Idiomas (*ver figura 6*).

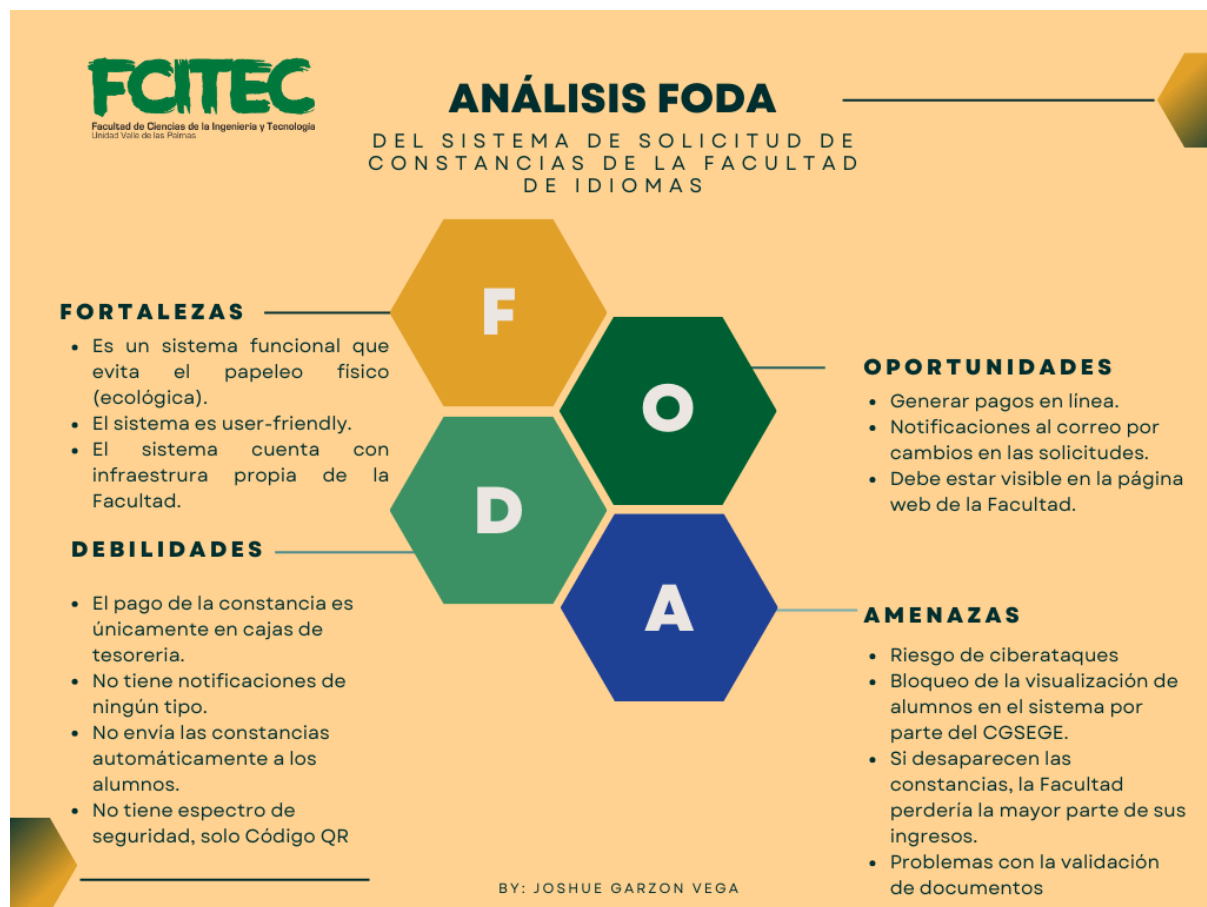
Figura 6. *Modelo de Diagnóstico. Diagrama de Venn.*



En este diagrama se puede observar que, al centro se encuentra un documento probatorio que, en el caso particular de este proyecto, y como se ha mencionado anteriormente, es la constancia de acreditación del idioma inglés. Este documento que es expedido por la FIE se encuentra transversalmente ligado a los alumnos potenciales a egresar y egresados, debido a la normativa institucional que les permite acceder a su título profesional. Eso quiere decir que, el empleador o potencial empleador se vería afectado si el profesionista universitario no obtiene su título a causa de la falta de dicho documento. Es por eso que, la UABC y en específico la Coordinación General de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar (CGSEGE), se hallan inseparablemente conectadas con el documento probatorio.

Por lo cual, para entender la importancia de las constancias de acreditación del idioma inglés y de esa misma manera, para obtener más información y una mejor perspectiva acerca del procedimiento actual, se entrevistó a los actores dentro del proceso y se diseñó un análisis FODA en relación a la funcionalidad del sistema de solicitud de constancias de acreditación 2022 vs. el sistema 2019, así como la seguridad, verificabilidad y validez de las constancias de acreditación.

Figura 7. Análisis FODA del sistema de solicitud de constancias.



Como se puede observar, una de las fortalezas evidentes es que el sistema de Solicitud de Constancias está hecho con infraestructura propia de la Facultad, por ende, no genera costos más allá de su mantenimiento. Por el otro lado, debido al lenguaje programático en el cual fue escrito (html), limita al sistema a ciertas características mismas del lenguaje, lo cual genera debilidades como que el sistema no tiene la opción de pago mediante transferencia, sino que el pago se hace de forma presencial en las Cajas de Tesorería de la universidad. También, un rasgo distintivo es que el único aspecto de seguridad dentro de las constancias es el Código QR, mismo que se puede observar en las figuras 3 y 4. Aunado a esto, las amenazas críticas de acuerdo a las respuestas de los entrevistados, recaen en que las constancias de acreditación son solamente utilizadas como un documento probatorio que avalan si el alumno tendrá acceso a su título o no, en caso de no acreditar el idioma extranjero y no como certificado de competencia con valor en el mercado laboral. Además, en el suceso improbable que las constancias de acreditación dejen de ser emitidas por la Facultad de Idiomas, se perderían la mayor parte de los ingresos de la organización. Por tanto, es preciso repensar estos documentos probatorios utilizando tecnología que les agregue capas de

seguridad y de verificabilidad, con lo cual se genere un valor nuevo para los estudiantes y una mayor seguridad para la institución

1.2.2.1 Descripción

En relación a lo anterior, se diseñó un cuestionario que consta de 24 ítems, divididos en 11 secciones. Las primeras siete secciones corresponden a las Unidades de Egreso, que incluyen: Mexicali, Tijuana, Tecate, Ensenada, San Quintín, Valle de las Palmas y Rosarito. Las secciones restantes cubren aspectos como Facultad de Egreso, si el participante cuenta con constancia o no cuenta con constancia, la utilidad de la carta de acreditación y los beneficios de Blockchain. Estas preguntas fueron empleadas en la escala de Likert. Además, para procurar la confiabilidad y validez de las preguntas, se creó una rúbrica con varios aspectos a evaluar del instrumento, de acuerdo a las recomendaciones propuestas por Hernández-Nieto (2011), mismas que fueron enviadas en el mes de octubre del año 2022 a los tres responsables de acreditación, así como a egresados de la Facultad de Idiomas de la UABC a nivel estado, quienes hasta el 07 de diciembre del 2023 fungían como responsables en las áreas referidas.

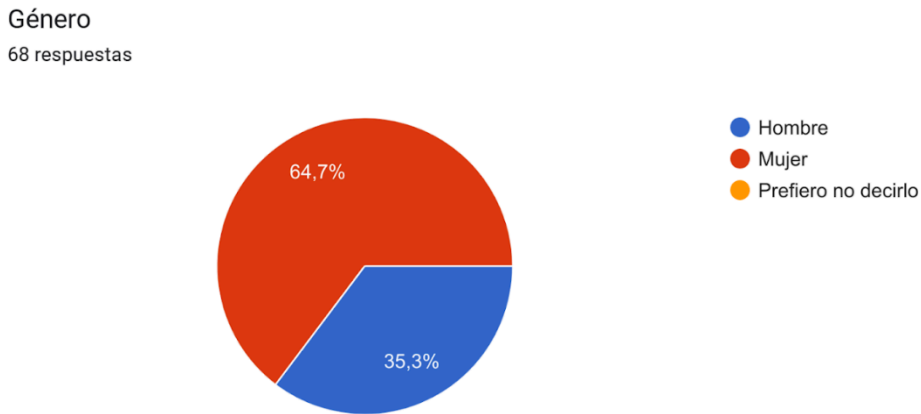
En ese sentido, una vez obtenida la evaluación del instrumento por parte de los responsables de área mencionados, se solicitó, a todos los responsables de egresados de todas las unidades académicas de la UABC,⁴ compartir el instrumento que se encontraba en un Formulario de Google. Cabe mencionar que las preguntas iban dirigidas a los egresados de mínimo 6 generaciones anteriores o un máximo de 12 generaciones. Esto significa que el cuestionario fue contestado por alumnos egresados desde el periodo 2016-2 al 2022-1.

1.2.2.2 Resultados del diagnóstico

Se aplicó el instrumento a 68 alumnos egresados de las distintas unidades académicas de la UABC, de los cuales 44 fueron mujeres y 24 hombres.

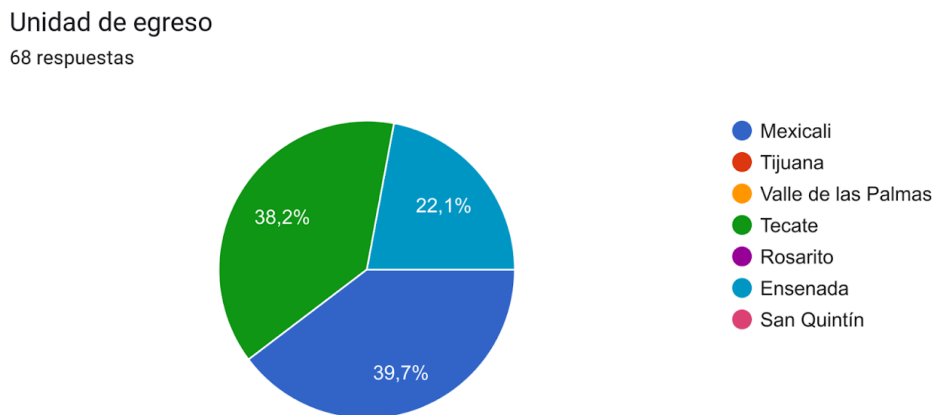
⁴ Universidad Autónoma de Baja California. (2022). Población Estudiantil 2022-2. Recuperado de <http://cgsege.uabc.mx/documents/10845/67527/Poblaci%C3%B3n%20Estudiantil%202022-2>

Figura 8. *Distribución por género.*



De los 68 egresados, 27 son pertenecientes al Campus Mexicali, mientras que 15 son de los Campus Ensenada y 26 de Tecate.

Figura 9. *Distribución por unidad de egreso.*

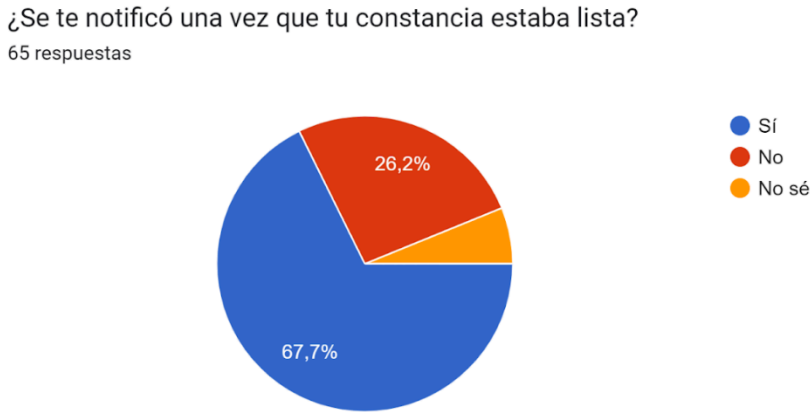


También, de los 68 encuestados, solo tres mencionaron no contar con la constancia de acreditación del idioma inglés.

Por otro lado, de los 65 encuestados que sí cuentan con la constancia de acreditación, mencionaron que la mayoría obtuvo su constancia mediante Examen de LEL (Lenguas Extranjeras en Línea), Curso UNISER y Certificación de Lenguas (TOEFL, IELTS, Excellence). Asimismo, 19 mencionaron que el proceso para solicitarla fue complicado,

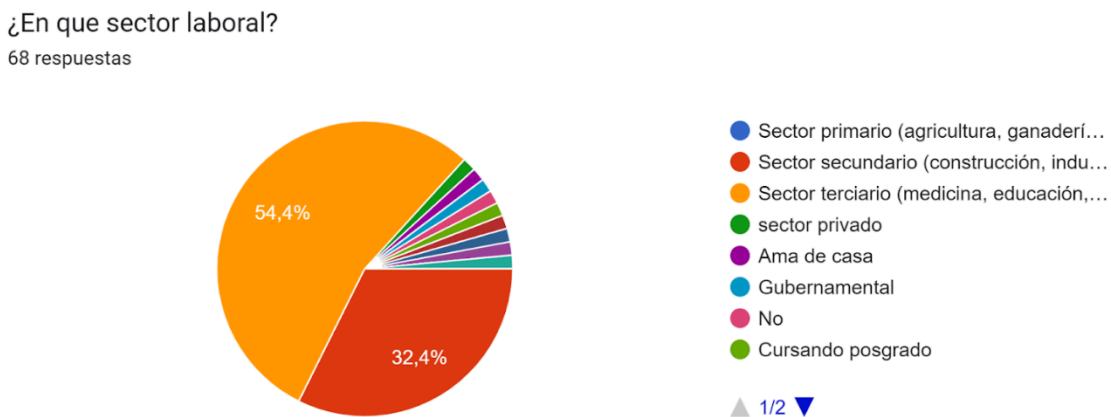
mientras que 21 contestaron que no se les avisó cuando su constancia estuviera lista para descargar o pasar por ella.

Figura 10. *Respuestas sobre la notificación de disponibilidad de la constancia.*



Adicionalmente se les preguntó a los egresados si actualmente se desempeñan profesionalmente en algún trabajo, de los 59 que mencionaron que sí cuentan con trabajo, 22 trabajan en el sector secundario y 37 en el terciario.

Figura 11. *Distribución por sector laboral.*

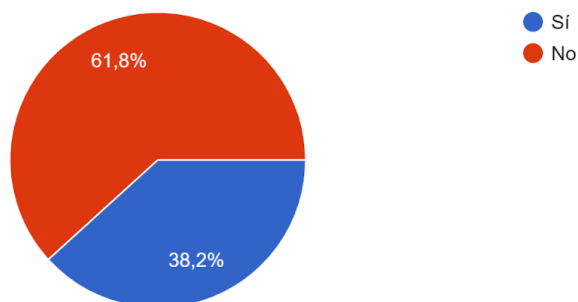


En tal sentido, se preguntó a los egresados si el inglés forma parte de sus actividades profesionales diarias, a lo que 55 mencionaron que usan el inglés para sus labores. Ahora bien, 53 egresados indicaron que los empleadores no les solicitan la carta de acreditación expedida por la Facultad de Idiomas y 42 contestaron que no les han solicitado ningún comprobante o certificado del idioma inglés.

Figura 12. Solicitudes de comprobante o certificado de inglés en la vida profesional.

En algún momento de tu vida profesional, ¿te han solicitado algún comprobante o certificado del idioma inglés?

68 respuestas

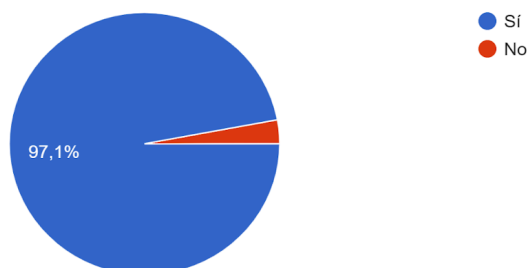


Finalmente, se les preguntó a los egresados si consideran de utilidad una tecnología que pudiera validar la veracidad de su experiencia laboral, profesional y académica ante un empleador o cualquier entidad de manera inmediata, y que si al terminar un curso de inglés, en lugar de entregarles una constancia con su nivel, se les proporcionara un documento digital que explicara a detalle las competencias que desarrollaron en el idioma, 66 afirmaron que sí sería efectivo.

Figura 13. Utilidad de la tecnología para validar experiencia.

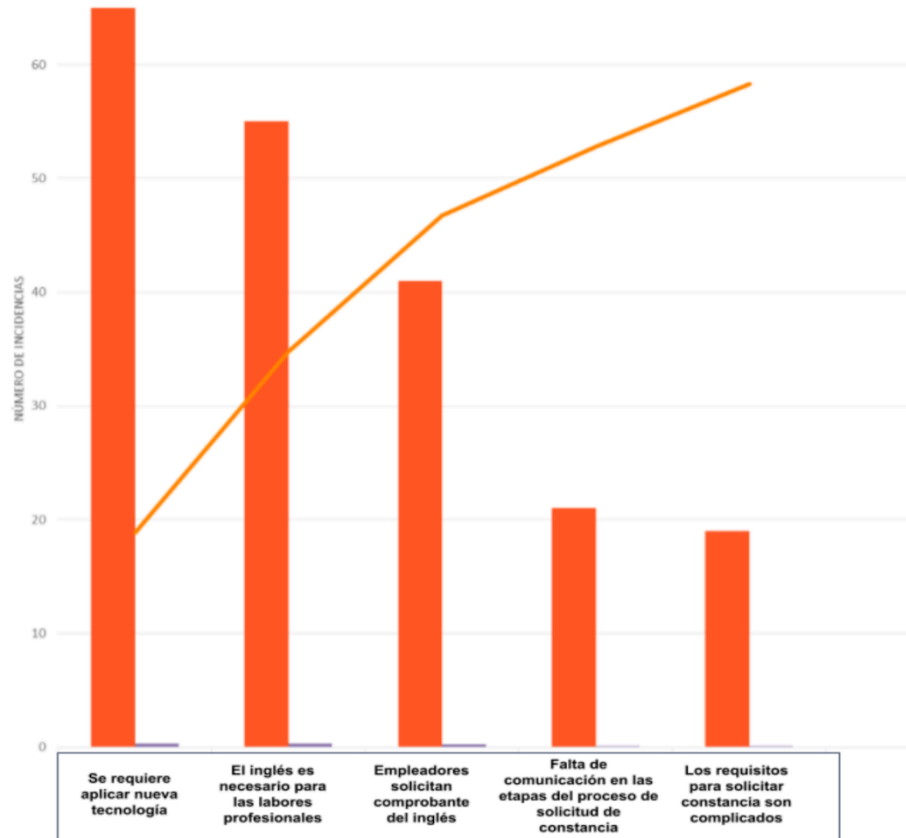
Si ésta tecnología pudiera validar la veracidad de tu experiencia laboral, profesional y académica ante un empleador o cualquier entidad de manera inmediata ¿Consideras que sería de utilidad?

68 respuestas



Una vez obtenido los resultados, se realizó un diagrama de Pareto con el fin de identificar las principales problemáticas a resolver en la organización (ver figura 14).

Figura 14. Análisis de Pareto de los resultados del cuestionario.



Conforme a las respuestas obtenidas, se desarrollaron los siguientes problemas que se muestran en la gráfica anterior. Como se puede observar, con 65 incidencias vemos que se requiere aplicar nueva tecnología. Asimismo, 55 respuestas indicaron que el inglés es necesario para las labores profesionales. En ese mismo sentido, vemos que en 41 ocasiones los empleadores solicitan algún comprobante del idioma inglés. Esto significa que las acciones encaminadas a la resolución de los problemas actuales de las constancias de acreditación del idioma inglés giran en torno a la necesidad de aplicar nueva tecnología, con el propósito de generar un documento con nuevo valor que sea de utilidad para los egresados. Por ejemplo, un comprobante de inglés que tenga validez local, y al mismo tiempo internacional, ante empleadores y/o instituciones que así lo soliciten.

1.2.3 Delimitación del problema

1.2.3.1 Núcleo del proyecto

Por lo tanto, el objeto de estudio de este proyecto es implementar un pilotaje de la tecnología emergente Blockchain en las Constancias de Acreditación del Idioma Inglés expedidas por la Facultad de Idiomas. Asimismo, argumentar la importancia de convertirnos en ‘early adopters’ de Blockchain en un procedimiento administrativo, el cual se encuentra vinculado con todas las unidades académicas de ésta institución. Lo anterior, con la finalidad de crear un nuevo documento en código, que genere valor agregado a las constancias de acreditación actuales a nivel local y regional, dando paso a la integración tecnológica de la información y a la automatización de procesos administrativos en las acreditaciones académicas, mismas que son la evidencia de desempeño de todo egresado universitario. Por lo cual se desarrollaron las siguientes preguntas de investigación, mismas que serán respondidas en este documento:

1.2.3.2 Preguntas centrales

1. ¿Qué valor ofrecen las constancias de acreditación del idioma inglés actuales más allá de ser requisito de egreso?
2. ¿Cuáles serían las implicaciones generales para la Facultad al implementar un mecanismo de validación y verificación basado en Blockchain en las constancias de acreditación del idioma inglés?
 - 2.1. ¿Cuáles son los beneficios administrativos de adoptar la tecnología Blockchain?

1.3 Objetivo(s)

1.3.1 Objetivo General

El objetivo general de este proyecto consiste en evaluar las condiciones necesarias para la implementación de la tecnología Blockchain en las constancias de acreditación del idioma inglés expedidas por la Facultad de Idiomas Ensenada. A partir de este análisis, se desarrollará una propuesta que permita asegurar la autenticidad, confiabilidad y verificabilidad de dichas constancias, utilizando el estándar de uso abierto de Blockcert, con miras a su futura implementación.

1.3.2 Objetivos específicos

A continuación, se presentan los objetivos específicos

1. Caracterizar el procedimiento actual de solicitud de constancias de acreditación del idioma inglés emitidas por la Facultad de Idiomas Ensenada.
2. Identificar a los actores principales dentro del procedimiento actual de solicitud de constancias de acreditación del idioma inglés emitidas por la Facultad de Idiomas Ensenada.
3. Investigar tecnologías de Blockchain, con el fin de comprender su funcionamiento y sus aplicaciones potenciales en el contexto de las constancias de acreditación del idioma inglés y en instituciones de educación superior.
4. Realizar un estudio sobre la seguridad actual de las constancias de acreditación del idioma inglés expedidas por la Facultad de Idiomas Ensenada y la importancia de aplicar tecnología a certificados académicos.
5. Desarrollar una propuesta de implementación para la generación de constancias de acreditación del idioma inglés que incorpore el estándar de uso abierto de Blockcerts.

1.3.3 Respuesta anticipada

Dando seguimiento a las preguntas mencionadas anteriormente y a manera de respuesta anticipada, este proyecto da respuesta a la necesidad de asegurar la autenticidad y confiabilidad de las constancias de acreditación del idioma inglés emitidas por la Facultad de Idiomas Ensenada, asimismo se centra en la implementación de una solución basada en la

tecnología Blockchain, específicamente haciendo uso del Estándar de Uso Abierto de Blockcert. A través de este enfoque, se busca crear un nuevo documento validado mediante código, el cual garantizará la integridad y autenticidad de las acreditaciones. Este proceso no sólo integrará tecnológicamente la información, sino que también proporcionará mayor seguridad y transparencia en la verificación de las constancias de acreditación del idioma inglés.

1.4 Justificación

El presente proyecto se enfoca en el estudio de la importancia de aplicar tecnología descentralizada y de código abierto a los comprobantes de inglés, específicamente de los que la Facultad de Idiomas Ensenada de la Universidad Autónoma de Baja California expide una vez cumplidos los requisitos de estudio de la lengua extranjera. Los motivos para realizar esta investigación tienen que ver con el creciente auge del uso de la tecnología y el indispensable papel del idioma inglés en la inserción laboral. Por lo cual, la presente investigación se centra en el uso de tecnologías como el Estándar de Uso Abierto de Blockcert para mejorar el proceso de emisión de constancias de acreditación del idioma inglés. Esto garantiza la autenticidad, confiabilidad y verificabilidad de las evidencias académicas, cruciales para los estudiantes universitarios. Así, este documento contribuirá a planificar y diseñar nuevos mecanismos tecnológicos para la expedición de tales constancias en un entorno cada vez más digitalizado.

Capítulo 2

2. Marco de referencia

A continuación, se presentan una serie de proyectos, estudios y problemáticas similares, que dan propósito y contextualizan la vida de este proyecto.

Hoy en día, aprender ya no es una actividad que se realiza durante un periodo inicial de modo formal, y que se enriquece con la experiencia en la práctica profesional y vital ([Bartolomé y Lindín, 2018](#)), sino que se lleva a cabo a lo largo de la vida. Por otra parte, los comprobantes del conocimiento, de habilidades o de logros han sido el punto de referencia para la empleabilidad. Los certificados constituyen un reconocimiento de la finalización de un curso de estudio basado en un campo específico, generalmente asociado con un conjunto limitado de ocupaciones (Carnevale et al., 2012). Si bien, existen gran variedad de certificaciones, diplomados, certificados, entre otros comprobantes de logros, en este documento se abordarán las constancias de acreditación del idioma inglés.

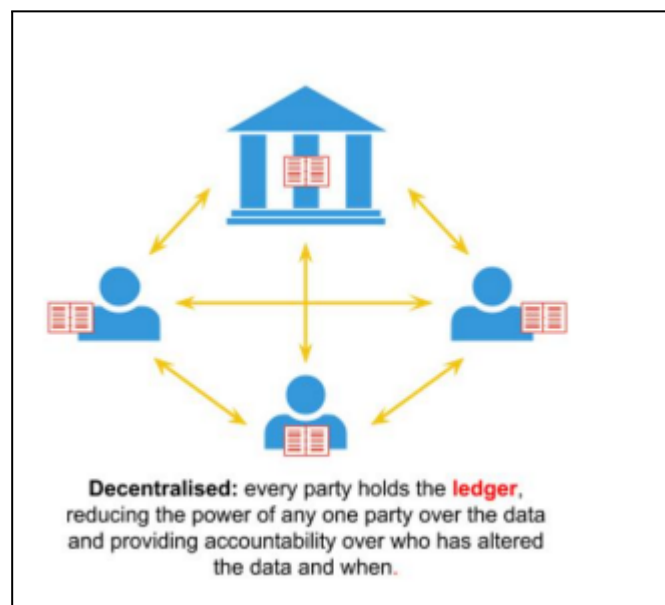
En la actualidad, y gracias a la pandemia SARS-COV-2, la transformación digital de las organizaciones es un tema cada vez más presente. Ésta transformación también afecta a las universidades, como lo menciona [Grajek y Reinitz \(2019\)](#), la transformación digital es una serie de cambios profundos y coordinados en la cultura, la fuerza laboral y la tecnología que permiten nuevos modelos educativos y operativos, y transforman las operaciones, direcciones estratégicas y propuesta de valor de una institución. Igualmente, la Universidad no es ajena a los cambios sociales y, en cierta forma, se ve obligada a evolucionar, cambiar y redefinirse para adaptarse a este contexto digital ([García-Peñalvo, 2018](#)). Lo que significa que el uso de tecnologías emergentes y disruptivas alterarán transversalmente los objetivos que las universidades se propongan.

En ese sentido, las constancias de acreditación de inglés que expiden las universidades, también deberán ser repensadas y reposicionarse para emitirse a través del uso de tecnologías que aseguren su autenticidad, la veracidad y su verificación sea de fácil acceso. En tal sentido, y a manera de integrar tecnologías en el proceso de acreditación del idioma inglés o de algún otro comprobante que requiere salvaguardar su autenticidad y verificabilidad, se puede hacer uso de Blockchain.

2.1 Blockchain: Fundamentos y Aplicaciones.

Para conocer las funciones de Blockchain, primero debemos definirla, Blockchain (cadena de bloques) es la tecnología soporte del Bitcoin, la criptomoneda virtual creada en 2008 de la mano de Satoshi Nakamoto ([Gómez, 2018](#)). Si bien este documento solo se enfocará en las funciones y aplicaciones de Blockchain, es una realidad que no se puede hablar de tecnología Blockchain sin hablar de criptomonedas ([Bartolomeo y Machin, 2020](#)).

Figura 15. Ejemplo de libro distribuido.



Nota: Comparativa entre el funcionamiento de un libro centralizado y un libro distribuido. De “*Tecnología Blockchain: Origen, funcionamiento y usos*” por Marín, C., 2021, basado en “*Is distributed ledger technology the answer?*” por West, P., 2018.

En términos generales, Blockchain es un registro de transacciones, el cual está a su vez fragmentando en bloques secuenciales de información, los cuales están vinculados entre sí por medio de algoritmos cartográficos (Romero-Aguilar, 2019). También, la cadena de bloques es una base de datos que puede ser compartida por una gran cantidad de usuarios en forma peer-to-peer (P2P) y que permite almacenar información de forma inmutable y ordenada (Dolader, Bel Roig, y Muñoz, 2017). Esto quiere decir que, Blockchain es un lector digital en donde las transacciones no solo financieras sino, inscripciones que van desde el ingreso de un niño en el sistema educativo hasta el registro del último empleo en un CV o constancias de participación en congresos con valor curricular, son compartidas por un sistema en el que confían ciegamente, tanto el emisor de dicha transacción como quien la

recibe, sin la necesidad de intermediarios. Esto permite que las transacciones no necesiten permiso de un ente central, sino que el papel de este tercero lo hace la red P2P, validando y verificando todo lo que ocurre [\(Marín, 2022\)](#).

Otro aspecto clave de la tecnología Blockchain es el uso de criptografía, en particular las llaves públicas y privadas, que actúan como identificadores tanto para la persona que realiza la transacción como para quien la recibe. Este proceso es comparable a cómo los servidores de Facebook reciben el nombre de usuario y la contraseña, validan su autenticidad, y permiten el acceso a la cuenta. Sin embargo, la principal diferencia radica en que, mientras en el caso de Facebook la contraseña es conocida únicamente por el usuario y el servidor, en Blockchain, la llave pública que se comparte con el receptor de la transacción es accesible públicamente, proporcionando transparencia sin comprometer la seguridad de la llave privada, que sigue siendo confidencial.

De acuerdo a Marín (2022), existen dos tipos de criptografía: simétrica y asimétrica. La criptografía simétrica permite que, al conocer el método de encriptación, cualquier persona pueda encriptar y descifrar mensajes. Por otro lado, la criptografía asimétrica optimiza la seguridad en el envío de información entre personas, proporcionando una clave pública y una clave privada. Existen otros conceptos fundamentales de la tecnología Blockchain, como *P2P*, *Hash*, *nodo*, *proof of work*, *e-wallet* entre otras. Sin embargo, este documento se enfoca primordialmente en la funcionalidad y las posibles aplicaciones en los procesos administrativos que la red Blockchain pudiera suplantar y hacer más eficiente.

2.2 Funcionamiento de Blockchain

Blockchain cumple diversas funciones que pueden compararse con una plataforma abierta de colaboración. Gómez (2018) explica que Blockchain no es una aplicación o empresa específica, sino que funciona más bien como una infraestructura de datos similar a *Wikipedia*. Al igual que en esta última, en Blockchain se pueden rastrear y actualizar continuamente la información y los cambios realizados, creando un registro compartido y transparente.

También, una Blockchain imita digitalmente una característica esencial de los libros contables en papel tradicionales: al registrar una transacción, resulta prácticamente imposible alterarla posteriormente (Zozaya, Incera, y Franzoni, 2019).

Esto significa que, Blockchain no es simplemente una aplicación, sino una infraestructura de datos similar a *Wikipedia*. En este contexto, permite almacenar y rastrear una variedad de activos digitales y su historia, como dinero digital, propiedades, contratos y certificados digitales. Esta capacidad de registrar cambios de manera abierta y accesible destaca la naturaleza descentralizada y colaborativa de Blockchain, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para múltiples aplicaciones más allá de las criptomonedas.

2.2.1. Hash

Dentro del funcionamiento de la tecnología Blockchain, el hash juega un papel fundamental. ¿Pero qué es exactamente el hash? Una función hash aplica un sistema matemático que convierte un conjunto de datos, como una imagen digital, en una cadena alfanumérica de longitud fija, conocida como "huella digital" (Drescher, 2017, como se cita en Cuéllar Arias, 2024). Esta huella es irreversible y ayuda a asegurar la integridad de la información almacenada, ya que cualquier cambio en los datos originales generaría una huella completamente distinta, detectando así alteraciones en la cadena. La función hash más comúnmente usada en Blockchain es el Secure Hash Algorithm (SHA), especialmente la versión SHA-256, que genera un código de salida fijo de 256 bits (Reyes, 2022).

Las funciones hash criptográficas tienen cinco propiedades fundamentales: son deterministas, rápidas de calcular, imposibles de revertir, sensibles a cambios mínimos en el mensaje y altamente improbables de producir el mismo valor hash para dos entradas diferentes (Zozaya, Incera, y Franzoni, 2019). Esto hace que la Blockchain sea inmutable y resistente a la manipulación.

2.2.2. Bloques

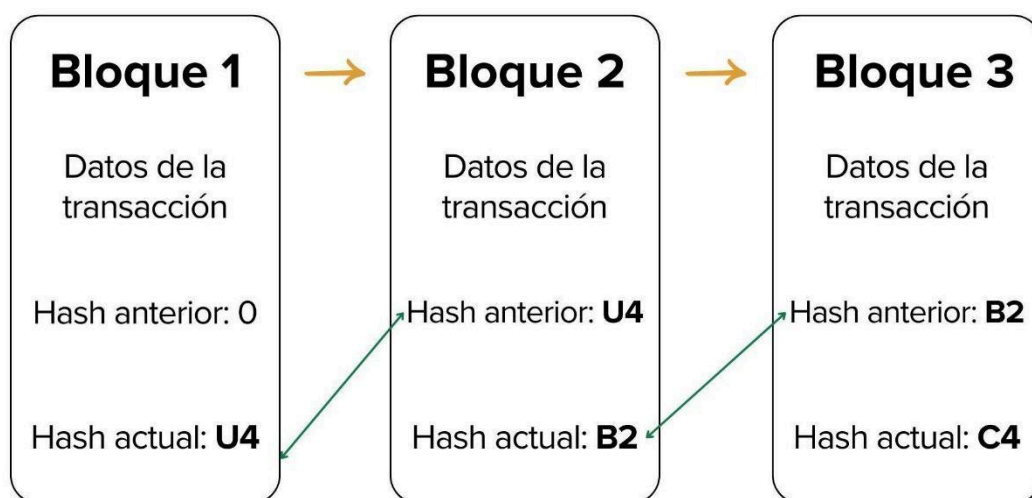
Los bloques son otra pieza fundamental en el funcionamiento de la tecnología Blockchain. Un bloque se define como un archivo público que agrupa un conjunto de transacciones que han sido validadas y se replican en todos los nodos que participan en una cadena de bloques (Reyes, 2022). Esto quiere decir que un bloque es una estructura de datos que contiene un conjunto de transacciones confirmadas que han sido validadas y agrupadas para su almacenamiento en la cadena.

En el contexto de la tecnología Blockchain, es importante comprender cómo se estructura un bloque, como lo menciona Zozaya, Incera, y Franzoni (2019). un bloque el cual

está “encadenado” al bloque cuyo valor hash se encuentra en su encabezado, formando así una “cadena de bloques”, o “Blockchain.”

Un ejemplo práctico de cómo funcionan los bloques en la Blockchain sería el siguiente, en la figura 16, una vez que el bloque ha sido validado, se añadiría a la cadena de bloques existente, convirtiéndose en el último eslabón de esa cadena y quedando enlazado al bloque anterior mediante su hash.

Figura 16. Ejemplo de Bloque y Hash en la Blockchain.



Nota. Adaptado de *Figura 1. Esquema de tres bloques que forman un Blockchain. Cada bloque cuenta con sus datos, un identificador alfanumérico y un identificador que señala al estado del bloque anterior*, de Torres Zúñiga, V. (2019), en *Aplicaciones de la Tecnología Blockchain en el Área Forense*, ResearchGate, https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Esquema-de-tres-bloques-que-forman-un-block-chain-Cada-bloque-cuenta-con-sus_fig1_350850167

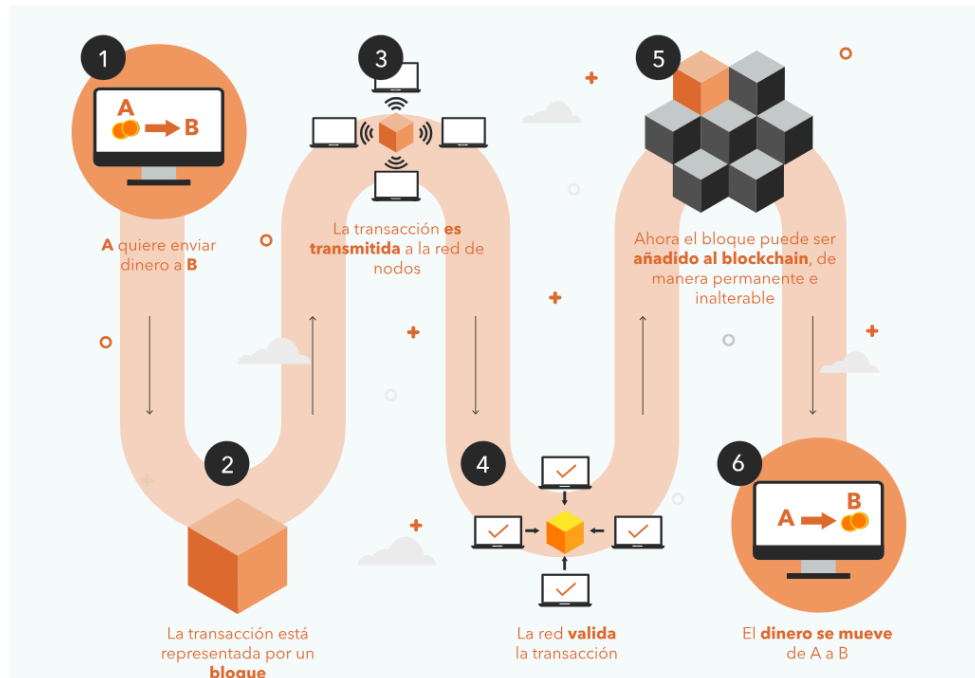
Ahora bien, si pensamos en un comprobante, diploma, certificado o constancia de acreditación del idioma inglés, podemos observar que esta funcionalidad de Blockchain, pudiera ser integrada para autenticar, validar y verificar desde quién emite estos documentos hasta quién los recibe.

2.2.3. Nodos

Los nodos componentes esenciales en la arquitectura descentralizada en una red Blockchain, cualquier computadora, ya sea personal o una megacomputadora, puede funcionar como nodo. Sin importar su potencia, todos los nodos siguen un mismo protocolo de comunicación que permite validar y asegurar la autenticidad de cada transacción. Solo cuando la mayoría de los nodos confirman su validez, la transacción se registra en la red (Remolina-Medina, 2022). Asimismo, según el nivel de complejidad del proceso en la red, un nodo puede ser una computadora personal o una mega computadora. Estos nodos operan de forma independiente respecto a su capacidad de cómputo y utilizan un protocolo de comunicación común para interactuar entre sí (López, 2023).

Entonces, la función principal de los nodos es validar y transmitir transacciones dentro de la red. Cuando se realiza una transacción, esta se difunde a través de la red de nodos, y cada nodo la verifica para asegurarse de que cumpla con las reglas establecidas por el protocolo de consenso de la Blockchain. Si la transacción es válida, el nodo la agrega a un nuevo bloque que será añadido a la cadena.

Figura 17. *Funcionamiento de Blockchain.*



Nota: Ilustración 4. *Funcionamiento de la tecnología Blockchain.* Adaptado de Marín, C. (2021). *Tecnología Blockchain: Origen, funcionamiento y usos* (p. 20). Recuperado de <https://zaguan.unizar.es/record/111139/files/TAZ-TFG-2022-362.pdf>, y basado en Solera, S.

(2021). *Blockchain: qué es, cómo funciona y los usos más comunes*. OCCAM. Recuperado de <https://www.occamagenciadigital.com/blog/Blockchain-que-es-como-funciona>.

2.3 Usos de Blockchain en la educación

El uso de Blockchain en la educación ofrece beneficios significativos para mejorar la seguridad y autenticidad de documentos académicos, como las constancias de acreditación del idioma inglés emitidas por la Facultad de Idiomas (véase figura 3). Integrar esta tecnología permitiría certificar y verificar las constancias de forma digital, lo que aumentaría su fiabilidad y facilitaría el acceso a los datos relevantes para estudiantes y empleadores. Siguiendo ejemplos como el de la Universidad de Nicosia, que utiliza Blockchain para certificar títulos de su Facultad de Economía (Bartolomé y Lindín, 2018), la FIE podría adoptar un sistema similar para autenticar sus constancias de acreditación, optimizando así la transparencia y confianza en estos documentos.

El Media Lab del MIT comenzó a distribuir certificados a los participantes de sus programas de becas, autenticándolos mediante Blockchain, en colaboración con Learning Machine. Esta iniciativa derivó en la creación del Estándar de Uso Abierto de Blockcert, una infraestructura abierta diseñada específicamente para credenciales académicas basadas en Blockchain, con el objetivo de garantizar su autenticidad y accesibilidad a nivel global (Bartolomé y Lindín, 2018).

Otro caso de éxito de la implementación de Blockchain para certificados digitales es el Tec de Monterrey, tal como lo menciona David Garza, rector de la universidad "Emitir nuestros títulos en formato digital basados en Blockchain es un gran paso que permite a nuestros egresados compartir electrónicamente sus credenciales académicas" (Longino, 2019). También, la Universidad Autónoma de Nuevo León, se ha unido a la emisión de certificados mediante el uso de Blockchain, mismo que llaman "Título electrónico UANL 1.0", donde la primera fase que consta de la entrega de títulos físicos y un expediente electrónico con códigos QR y cadena de seguridad multivariable basada en Blockchain (Abad, 2022).

Los casos mencionados, tratan de resolver problemáticas a las que la educación superior no es ajena, como son la falsificación y verificación de documentos. Aun cuando al hablar de Blockchain, sus funcionalidades, sus ventajas y beneficios, es necesario mencionar que es un tema muy complejo, que requiere de mucho análisis en los sistemas existentes en las organizaciones, y en este caso particular, de la UABC.

2.4. Certificados digitales vs. servicios de Blockchain

Uno de los grandes desafíos de la digitalización es la generación de identidades digitales seguras (Peregrina-Pérez, y Boubeta-Puig, 2023). Los certificados digitales tradicionales han sido utilizados durante mucho tiempo para verificar la autenticidad y validez de documentos importantes, incluidas las acreditaciones académicas. Sin embargo, a menudo enfrentan desafíos en cuanto a la seguridad y la prevención del fraude, ya que pueden ser fácilmente falsificados o manipulados.

Como lo menciona De la Rosa Rojas et al. (2021), el proceso de emisión de certificados en las universidades es burocrático, toma mucho tiempo e intervienen varias áreas con el fin de darle algún tipo de seguridad, sin embargo, al momento que el certificado es emitido, fácilmente puede ser duplicado. En contraste, los servicios basados en Blockchain ofrecen una solución innovadora al proporcionar un registro inmutable y descentralizado de transacciones.

Tabla 2. Comparación entre un certificado digital y soluciones en Blockchain.⁵

Propiedades	Certificado Digital	Certificado en Blockchain
Dependencia	Depende únicamente de una firma digital	Contiene mecanismos criptográficos
Privacidad	Toda la información se encuentra en el certificado	Solamente el hash es público
Autonomía	Depende de entes centrales que lo regulen	Se elimina la necesidad de un terceros
Pérdida de datos	Depende de mecanismos de respaldo	Una distribución estándar
Prueba de existencia	Los datos dependen de la existencia de una relación con quien emite	La emisión es representada por una marca de tiempo

La Tabla 2 presenta una comparación entre un certificado digital convencional y uno

⁵ Adaptado de (Baldi et al., 2020). Recuperado de: https://ceur-ws.org/Vol-2580/DLT_2020_paper_7.pdf

emitido a través de Blockchain. Ambos tipos de certificados son digitales; sin embargo, los certificados digitales no emitidos en Blockchain dependen de una firma digital y su información siempre se encuentra visible y disponible en el documento. Además, estos certificados se rigen por entidades centrales que supervisan su validez. En contraste, las soluciones basadas en Blockchain utilizan mecanismos criptográficos y almacenan la información de los certificados en un hash público, eliminando así la necesidad de verificaciones centralizadas.

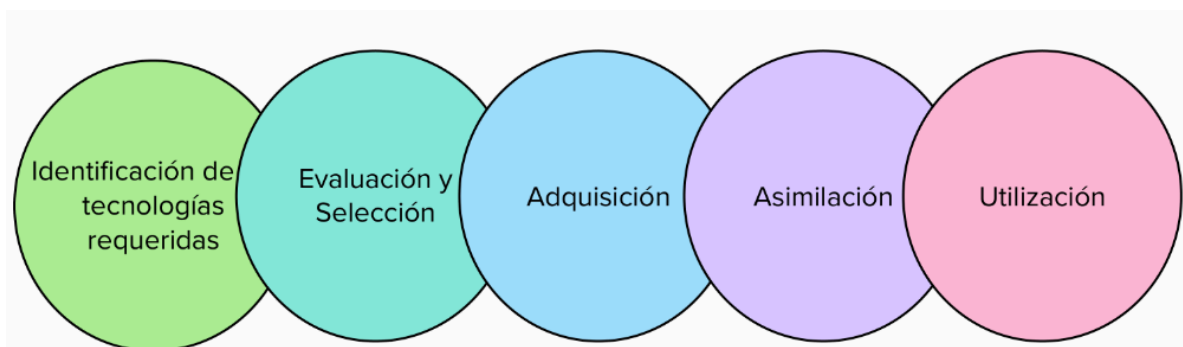
Capítulo 3

3. Metodología

3.1 Diseño del procedimiento de seguimiento, evaluación e implementación.

Este proyecto emplea un diseño metodológico que incorpora dos modelos para analizar la problemática identificada y proponer una posible solución. En primer lugar, se recurre al modelo de gestión tecnológica que propone Hidalgo, León y Pavón. Este modelo establece un conjunto de procesos específicos de gestión tecnológica orientados a identificar, evaluar, seleccionar, adquirir, asimilar y utilizar eficientemente las tecnologías en función de las necesidades de cada sector (Amador y Márquez, 2009). Dicho modelo no solo apoya en la adopción inicial de la tecnología, sino que también enfatiza la importancia de evaluar y optimizar su uso una vez incorporada, asegurando así su efectividad continua (Hidalgo et al., 2002, como se menciona en Amador y Márquez, 2009).

Figura 18. Modelo metodológico de Hidalgo, León y Pavón.



Nota: Adaptado de "Modelos para Gestionar la Tecnología a Nivel Organizacional" de Bustamante Villalobos (2015, diapositiva 3). Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/4371539/>

Como segunda metodología y en correlación a la primera, se hace uso de Design Science Research, la cual como lo menciona (Olsina, Rivera, Papa, y Becker, 2020), Design Science Research (DSR) es un enfoque de investigación riguroso que propone la construcción de artefactos para brindar una solución útil y efectiva a un problema de un dominio dado. Esta metodología, apoya en diseñar artefactos y conocimiento que provean de un entendimiento profundo a través de teorías del porque éstos diseños mejoran o disrumpen los contextos actuales, como lo explican vom Brocke, Hevner y Maedche (2020), que los

resultados de la investigación en diseño (DSR) incluyen tanto los artefactos diseñados como el conocimiento de diseño (DK), el cual proporciona una comprensión más completa mediante teorías de diseño que explican por qué los artefactos mejoran (o disrumpen) los contextos de aplicación relevantes.

3.2 Planificación del proyecto

Se desarrollaron diferentes fases del proyecto con el objetivo principal de analizar y proponer mejoras al procedimiento actual de solicitud de constancias de acreditación del idioma inglés emitidas por la Facultad de Idiomas. Éstas se encuentran relacionadas con los objetivos específicos. En la etapa inicial, se caracterizó el procedimiento actual, identificando los actores principales a través de un análisis FODA con la finalidad de identificar los puntos débiles y obstáculos del sistema actual. Posteriormente, se realizó una investigación tecnológica con el fin de encontrar la herramienta de servicio de código abierto basada en Blockchain, además de las funciones de la tecnología Blockchain en instituciones educativas. También, se llevó a cabo un análisis documental para estudiar la seguridad actual de las constancias y la importancia de aplicar tecnología de Blockchain a estos documentos probatorios Finalmente, se propone evaluar las condiciones necesarias para implementar la tecnología Blockchain en las constancias de acreditación del idioma inglés expedidas por la FIE. A continuación, se presenta en la tabla 3, la relación entre los objetivos específicos, metas y evidencias del proyecto para el desarrollo del proyecto.

Tabla 3. Estructura del desglose del trabajo.

Objetivo General	Metodología para implementar el proyecto		
	Objetivo específico	Meta	Evidencia
El objetivo general de este proyecto consiste en evaluar las	Caracterizar el procedimiento actual de solicitud	1.1.1 Recabar información del proceso actual de la solicitud de constancias.	Un análisis FODA.

condiciones necesarias para la implementación de la tecnología Blockchain en las constancias de acreditación del idioma inglés expedidas por la FIE. A partir de este análisis, se desarrollará una propuesta que permita asegurar la autenticidad, confiabilidad y verificabilidad de dichas constancias, utilizando el estándar de uso abierto de Blockcert, con miras a su futura implementación.	de constancias de acreditación del idioma inglés emitidas por la Facultad de Idiomas Ensenada.	1.1.2 Localizar los puntos las áreas de oportunidad. 1.1.3 Describir los puntos débiles del procedimiento. 1.1.4 Listar los obstáculos del sistema actual.	
	Identificar a los actores principales dentro del procedimiento actual de solicitud de constancias de acreditación del idioma inglés emitidas por la Facultad de Idiomas Ensenada.	1.2.1 Recabar información relacionada a las funciones específicas de los responsables. 1.2.2 Describir las actividades que realizan los responsables. 1.2.3 Listar los obstáculos más comunes a los que se enfrentan los actores que participan.	Diagrama que muestre a las áreas responsables junto a las actividades que realizan.
	Investigar tecnologías de Blockchain, con el fin de comprender su funcionamiento y sus aplicaciones potenciales en el contexto de las constancias de acreditación del idioma inglés y en instituciones de educación superior.	2.2.1 Definir Blockchain 2.2.2 Identificar usos en la educación y educación superior. 2.2.2 Enlistado tecnologías de Blockchain digitales que almacenen, agilicen y sean seguras. 2.2.3 Identificación de aspectos técnicos de Blockchain (lenguaje python, servicios, vinculación, requerimientos).	Tabla comparativa de las tecnologías de credenciales digitales abiertas. Diagrama del proceso actual de constancias. Diagrama del proceso hipotético al implementar tecnología.

	<p>Realizar un estudio sobre la seguridad actual de las constancias de acreditación del idioma inglés expedidas por la Facultad de Idiomas Ensenada y la importancia de aplicar tecnología a certificados académicos.</p>	<p>3.1.1 Análisis del estado actual de las constancias de acreditación. 3.1.2 Investigar tecnologías que utilicen otras Instituciones de Educación Superior. 3.1.3 Argumentación de la importancia de aplicar tecnología de credenciales digitales.</p>	<p>Explicar las tecnologías que utilicen otras instituciones.</p>
	<p>Desarrollar una propuesta de implementación para la generación de constancias de acreditación del idioma inglés que incorpore el estándar de uso abierto de Blockcerts,</p>	<p>4.1.1 Creación de una plantilla de certificado. 4.1.2 Instanciar plantilla de certificado con datos. 4.1.3 Emisión a la Blockchain del certificado. 4.1.4 Verificación del certificado.</p>	<p>Plantilla del certificado. Visualización del certificado al verificar.</p>

En ese mismo sentido, para llevar a cabo las actividades mencionadas en la tabla 3, se desarrolló un diagrama de actividades con los tiempos estimados para la etapa del proyecto de intervención.

Tabla 4. Desglose de actividades del proyecto de intervención.

Actividad	Fecha de inicio planificada	Fecha de finalización planificada
1.1.1 Recabar información del proceso actual de la solicitud de constancias.	5/6/2023	12/6/2023
1.1.2 Localizar los puntos las áreas de oportunidad.	5/6/2023	12/6/2023
1.1.3 Describir los puntos débiles del procedimiento.	5/6/2023	12/6/2023
1.1.4 Listar los obstáculos del sistema actual.	5/6/2023	12/6/2023
1.2.1 Recabar información relacionada a las funciones específicas de los responsables.	13/6/2023	13/6/2023
1.2.2 Localizar actividades que pudieran ser automatizadas.	13/6/2023	15/6/2023
1.2.3 Describir las actividades que realizan los responsables.	13/6/2023	16/6/2023
1.2.4 Listar los obstáculos más comunes a los que se enfrentan los actores que participan.	13/6/2023	16/6/2023
2.2.1 Definir Blockchain.	13/6/2023	16/6/2023
2.2.2 Identificar usos en la educación y educación superior.	16/6/2023	16/6/2023
2.2.2 Enlistado de tecnologías de Blockchain digitales que almacenen, agilicen y sean seguras.	21/6/2023	28/6/2023
2.2.3 Identificación de aspectos técnicos de Blockchain (lenguaje Python, servicios, vinculación, requerimientos).	21/6/2023	27/6/2023
3.1.1 Análisis del estado actual de las constancias de acreditación.	21/6/2023	23/6/2023
3.1.2 Investigar tecnologías que utilicen otras Instituciones de Educación Superior.	21/6/2023	30/6/2023
3.1.3 Argumentación de la importancia de aplicar tecnología de credenciales digitales.	29/6/2023	29/6/2023
4.1.1 Creación de una plantilla de certificado.	13/03//2024	10/04/2024

4.1.2 Instanciar plantilla de certificado con datos.	10/4/2024	20/04/2024
4.1.3 Emisión a la Blockchain del certificado.	20/04/2023	30/06/2023
4.1.4 Verificación del certificado.	20/04/2023	30/06/2023

3.3. Riesgos asociados al proyecto

Dentro del diseño del proyecto, se llevó a cabo un análisis de riesgos. Como se puede apreciar en la tabla 5, se detallan los riesgos potenciales junto con sus correspondientes medidas preventivas, así como las posibles causas de dichos riesgos.

Tabla 5. Análisis de riesgos.

RIESGO POTENCIAL	CAUSAS PROBABLES	IMPACTO	ACCIÓN PREVENTIVA	MEDIO DE AVISO
Falta de identificación de los aspectos técnicos de las librerías de Blockcerts.	Falta de experiencia en la implementación de tecnologías similares, falta de conocimiento sobre los posibles riesgos y dificultades técnicas asociadas.	Medio	Realiza considerando factores como la seguridad de los datos, la compatibilidad tecnológica y la aceptación por parte de los usuarios.	Mediante avances o limitaciones encontradas en las librerías.
Falla al generar un template de constancias haciendo uso de las librerías de Cert-tools.	Problemas técnicos con los servicios de Blockcerts, falta de comprensión de los requisitos y librerías.	Medio	Realizar pruebas y asegurarse de comprender plenamente los requisitos para generar un template correcto.	No alcanzar los tiempos programados del desarrollo del proyecto.

Falla al generar una emisión haciendo uso de las librerías Cert-Issuer.	Problemas técnicos con los servicios de Cert-issuer.	Alto	Realizar pruebas y asegurarse de comprender plenamente los requisitos para generar una emisión correcta.	Monitoreo de la actividad de la librería Cert-Issuer.
Falla al generar una verificación haciendo uso de las librerías cert-verifier.	Problemas técnicos con los servicios de Cert-verifier.	Alto	Realizar pruebas y asegurarse de comprender plenamente los requisitos para generar una verificación de una emisión.	Por medio del verificador local o el verificador universal de Blockcert.

Cabe mencionar que los riesgos aquí expuestos pertenecen específicamente a la etapa de implementación del proyecto, debido a que es en esta fase en donde se presentan los riesgos de alto nivel y su papel es crítico para la intervención.

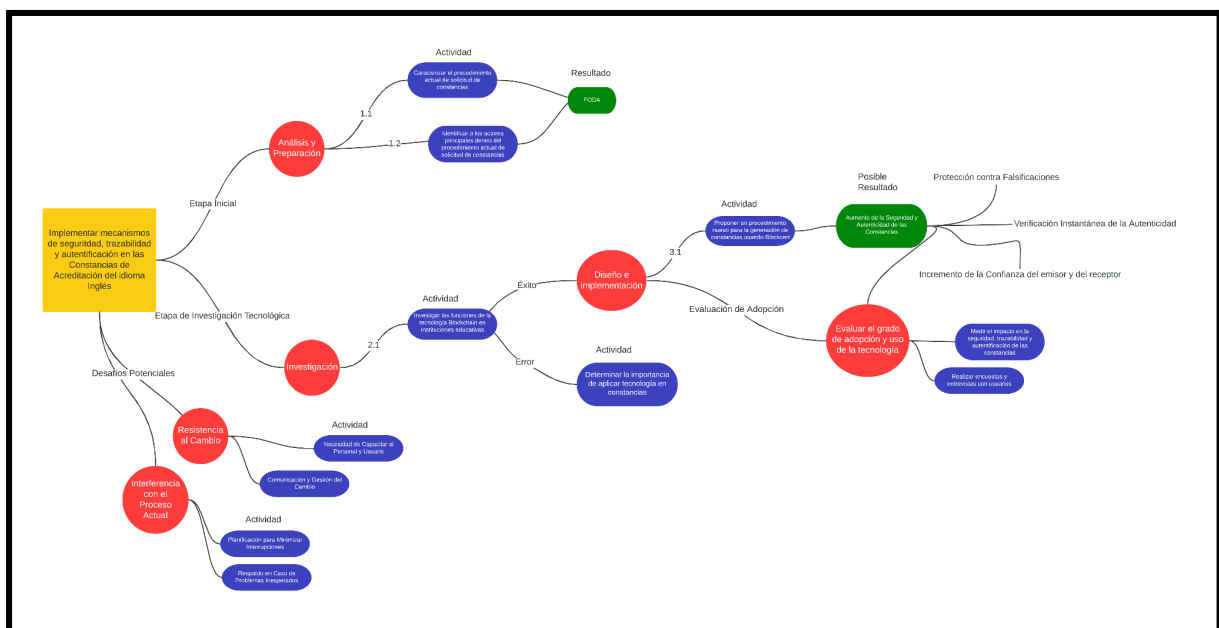
Capítulo 4.

IV. Implementación del Proyecto

4.1 Desarrollo del proyecto

En el caso particular de este proyecto, las constancias de acreditación se transformaron del papel físico al papel digital. Si bien, el cambio atiende a las necesidades específicas que la situación demanda, existen situaciones de autenticidad, seguridad y transparencia que deben ser abordados. Entonces, para el desarrollo de una propuesta de solución, se creó un árbol de decisiones para entender los medios necesarios para resolver la problemática actual. Dicha herramienta, fue dividida en algunas etapas importantes del proyecto.

Figura 19. Árbol de decisiones.⁶



Dentro del mapa mostrado en la Figura 19, se observan en verde los tres posibles resultados al implementar mecanismos de autenticidad y seguridad en las constancias como lo sería la protección contra falsificaciones, verificación instantánea y un incremento en la confianza entre el emisor y el receptor.

⁶ Árbol de decisiones. Visualizar en: https://drive.google.com/file/d/16y76TXYMtl0vE0_UsMTmi8LXzOKJnrGy/view?usp=sharing

En ese mismo sentido y con el fin de encontrar la herramienta de servicio basada en Blockchain que mejor resuelva la problemática en cuestión, se desarrolló la siguiente tabla de servicios de Blockchain.

Tabla 6. Proveedores de servicios de emisiones a través de Blockchain.

Criterio	BTCert	Hyperledger	EduCTX	Blockcerts
Blockchain Agnóstica	No	No	No	Yes
Identidad soberana	Yes	Yes	Yes	Yes
Comunidad activa de usuarios	No	Yes	No	Yes
Red pública	Yes	No	No	Yes
Privacidad	Yes	Yes	Yes	Yes

La tabla compara diferentes criterios entre cuatro sistemas y/o proveedores relacionados con la tecnología Blockchain: BTCert, Hyperledger, EduCTX y Blockcerts.

Blockchain Agnóstica: El agnosticismo de Blockchain se refiere a soluciones que no están vinculadas a ninguna Blockchain, ya sea software o hardware. Como resultado, son compatibles con una amplia gama de redes Blockchain (Piero, 2022). Es decir, si puede ser implementada en diferentes tipos de Blockchains. BTCert y Blockcerts son agnósticos a la Blockchain, lo que significa que pueden funcionar en varias plataformas Blockchain. Hyperledger y EduCTX, por otro lado, están diseñados para trabajar en entornos específicos de Hyperledger y no son agnósticos.

Identidad soberana: Peña Díaz (2024) explica que, en el marco de la identidad auto soberana, la tecnología Blockchain permite a los individuos tener control total sobre sus identidades digitales. A través de pruebas criptográficas, los usuarios pueden autenticar su identidad sin compartir información sensible, lo cual refuerza la privacidad y seguridad en la gestión de sus datos. Esto significa que los usuarios dentro del sistema tengan control total sobre su identidad digital y los datos asociados. Todos los sistemas mencionados en la tabla, BTCert, Hyperledger, EduCTX y Blockcerts, tienen la capacidad de proporcionar identidad soberana.

Comunidad activa de usuarios: Este criterio indica si existe una comunidad activa de usuarios que apoyan y contribuyen al desarrollo y la mejora del sistema. Hyperledger y Blockcerts tienen comunidades activas de usuarios, lo que puede significar un mayor soporte y una evolución continua del sistema.

Red pública: Es un tipo de Blockchain en la que sus participantes no tienen restricciones para leer los datos de la cadena de bloques ni para enviar transacciones para que sean incluidas en la cadena de bloques (Bradach y Nogueira, 2021). Lo cual indica que el sistema está implementado en una red pública de Blockchain, que es accesible y transparente para todos los participantes. BTCert y Blockcerts son sistemas implementados en redes públicas de Blockchain. Hyperledger y EduCTX, por otro lado, no se despliegan en redes públicas y son más propensos a ser utilizados en entornos empresariales o educativos privados.

Privacidad: La privacidad en la blockchain se refiere a la capacidad de proteger la identidad y los datos personales de los usuarios mientras se benefician de las características de seguridad y transparencia de la tecnología (Sandu, s.f.). Todos los sistemas mencionados en la tabla, BTCert, Hyperledger, EduCTX y Blockcerts, ofrecen algún nivel de privacidad para los datos almacenados en la Blockchain.

Entonces, de lo anterior se eligió Blockcert por sus características agnósticas, que significa que puede ser utilizada en otras Blockchains. Así como también mantiene una identidad soberana del usuario, además de ser de uso abierto y tiene políticas de privacidad.

4.2. Blockcerts

Como se mencionó anteriormente, Blockcerts es una iniciativa de código abierto que utiliza la tecnología Blockchain para crear un sistema descentralizado de credenciales. Dicho proyecto fue iniciado en el 2017 por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y el MIT Lab con el propósito de crear una plataforma en donde se pudieran crear, emitir y verificar certificados. Así pues, en Estados Unidos se implementó un programa piloto con Blockcerts para emitir diplomas y certificados universitarios a través de la Blockchain de Bitcoin ([Blockcerts, s.f.](#))

Blockcert se caracteriza por sus cuatro componentes básicos:

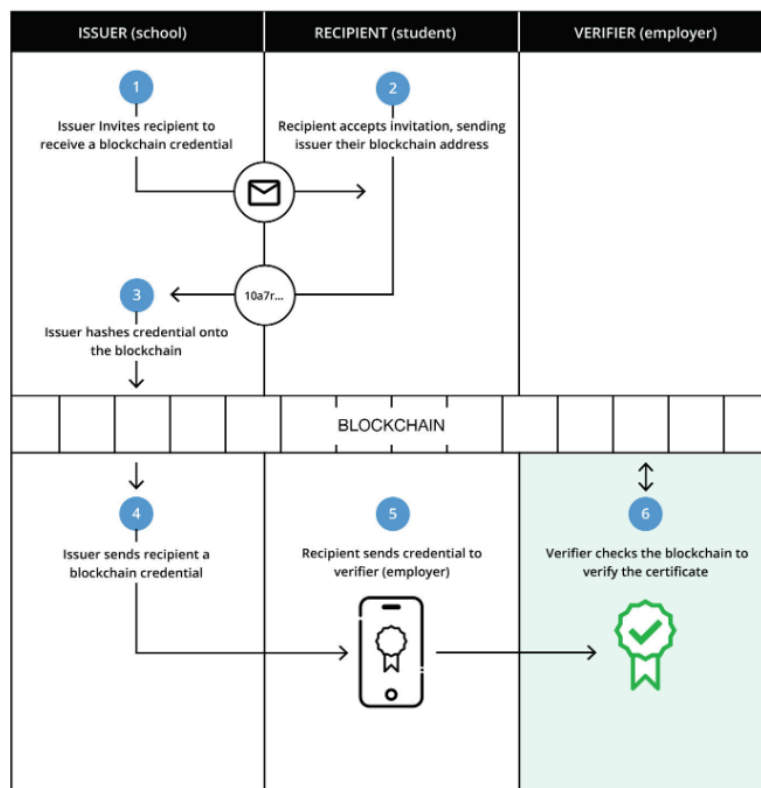
1. Cert Tools: Lista de comandos que permiten diseñar plantillas de certificados, instanciar en lote varios certificados y exportar e importar actividades. Con

este repositorio, la institución puede diseñar sus certificados e instanciarlos con la información del estudiante.

2. Cert Issuer: Permite a las instituciones generar certificados digitales con la información de una persona, lo cual se lleva a cabo mediante una transacción de la institución al estudiante, esta transacción adhiere un hash al certificado, lo que significa que el certificado se convierte en una “huella digital”.
3. Cert Verifier: Permite a terceros confirmar la validez de un certificado emitido por una institución. Esto se realiza mediante una biblioteca que verifica el hash del certificado con la red Blockchain donde fue registrado.
4. Wallet: Es una aplicación disponible tanto en iOS como en Android que permite guardar certificados de manera segura y compartirlos con otras personas.

Asimismo, para conocer el procedimiento completo, de acuerdo a la guía de Blockcerts, se mencionan los siguientes pasos:

Figura 20. Guía del procedimiento general de Blockcerts.



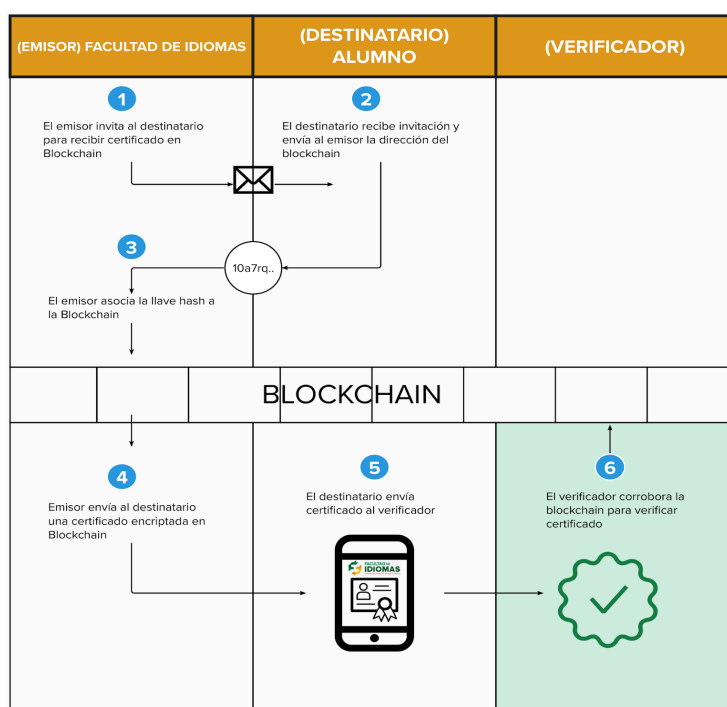
Nota: De Blockcerts. (s.f.). How it Works [Figura]. Derechos reservados. Recuperado de <https://www.blockcerts.org/guide/>

Analizando la figura 20, se observan enumeradas los pasos a seguir:

1. La institución o el emisor envía una invitación para recibir una credencial en Blockchain.
2. El estudiante o persona que recibe la invitación, remite y envía de regreso una dirección de la Blockchain a donde se enviará el certificado (Wallet)
3. La institución o el emisor recibe la dirección del Wallet y se procede a ingresar el hash del certificado a la red de Blockchain (Bitcoin o Ethereum)
4. Una vez registrado en la Blockchain, el certificado se envía a la persona o al estudiante.
5. Se comprueba que la credencial siga teniendo vigencia y/o validez.
6. El empleador, una escuela o un tercero podrá verificar el certificado en la Blockchain.

Utilizando los pasos anteriores y a manera de implementación del procedimiento general del Blockcert a la FIE, quedaría de la siguiente manera.

Figura 21. Situación experimental al implementar emisiones de certificados mediante Blockcerts al proceso de acreditación del idioma inglés.⁷



⁷ Adaptado de <https://www.blockcerts.org/guide/>

4.2.1. Creación de plantilla de certificado.

Una de las herramientas clave para la creación de plantillas de certificados es Cert Tools. Cert Tools es una lista de comandos que facilitan el diseño de plantillas de certificados, la instanciación en lotes de varios certificados, y la exportación e importación de actividades. Con este repositorio, las instituciones tienen la capacidad de diseñar sus propios certificados y personalizarlos con la información del estudiante, lo que garantiza la autenticidad y la integridad de los mismos.

Cert Tools proporciona dos scripts útiles: *"create_certificate_template.py"* y *"instantiate_certificate_batch.py"*. El script *"create_certificate_template.py"* se utiliza para crear una plantilla de certificado poblada con la configuración proporcionada en el archivo *conf.ini*. Esto no contendrá datos específicos del destinatario; dichos campos se completarán con etiquetas de combinación.

El primer paso, consiste en crear un diseño de certificado en Blockcerts. Cada certificado de Blockcerts contiene datos estructurados sobre el propio certificado, su emisor y su destinatario. La información acerca del certificado se encuentra en el archivo *conf.ini*, el cual incluye:

1. Descripción del certificado
2. Título del certificado
3. Criterio del certificado
4. Imagen incorporada
5. Plantilla del certificado

Tabla 7. Información del archivo *conf.ini*.

<pre>[-h] [-c MY_CONFIG] [--data_dir DATA_DIR] [--issuer_certs_url ISSUER_CERTS_URL] [--template_dir TEMPLATE_DIR] [--template_file_name TEMPLATE_FILE_NAME] [--hash_emails]</pre>
--

	[--additional_per_recipient_fields
ADDITIONAL_PER_RECIPIENT_FIELDS]	
	[--unsigned_certificates_dir
UNSIGNED_CERTIFICATES_DIR]	
	[--roster ROSTER]

También, se debe definir la información del emisor. Esto quiere decir que, para crear una plantilla de certificado, primero debemos definir en el archivo conf.ini lo siguiente:

1. El url del emisor.
2. El correo del emisor.
3. El nombre del emisor.
4. El ID del emisor.
5. La lista de revocación.
6. La firma del emisor.
7. Llave pública.

Figura 22. Archivo conf.ini en Visual Studio Code.

```
1 # issuer information
2 issuer_url = https://idiomas.uaabc.mx/
3 issuer_email = idiomasense@uaabc.edu.mx
4 issuer_name = Facultad de Idiomas Ensenada
5 issuer_id = https://www.blockcerts.org/samples/2.0/issuer-testnet.json
6 revocation_list=https://www.blockcerts.org/samples/2.0/revocation-list-testnet.json
7 issuer_signature_lines=[{"fields": [{"job_title": "University Issuer", "signature_image": "images/issuer-signature.png", "name": "Your signature"}]}
8 issuer_public_key=ecdsa-koblitz-pubkey:ms8CHdwaQ7Nzyp8Yupk6u#xtr9Pg76imj
9
10 # certificate information
11 certificate_description = Por este medio hago constar a usted en mi caracter de Director de la Facultad de Idiomas de esta Universidad, que el alumno
12 certificate_title = Constancia de Acreditación del Idioma Ingles
13 criteria_narrative= xx
14 badge_id = 82a4c9f2-3588-457b-80ea-da695571b8fc
15
16 # images
17 issuer_logo_file = images/logo.png
18 cert_image_file = images/certificate-image.png
19 issuer_signature_file = images/issuer-signature.png
20
21 #####
22 ## TEMPLATE DATA ##
23 #####
24
25 data_dir = sample_data
26 # template output directory
27 template_dir = certificate_templates
28 template_file_name = coloquio.json
29
```

Asimismo, se deberá especificar las rutas en donde se encuentran las imágenes que llevará el certificado, también la información misma del certificado, como lo es el Título del certificado, el criterio de acreditación, o algún otro dato que se requiera mostrar visualmente en el certificado.

Una vez establecido todos los datos del certificado, el siguiente paso para la creación de la plantilla del certificado, es hacer llamar la secuencia de comando `create_v2_certificate_template`. La cual genera certificados uniendo la información del archivo de configuración `conf.ini`.

Figura 23. Secuencia de comando `create_v2_certificate_template`.

```
4 Creates a certificate template with merge tags for recipient/assertion-specific data.
5 '''
6 import json
7 import os
8 import uuid
9 import html
10
11 import configargparse
12
13 from cert_tools import helpers
14 from cert_tools import jsonpath_helpers
15
16 from cert_core.cert_model.model import scope_name
17 from cert_schema import OPEN_BADGES_V2_CANONICAL_CONTEXT, BLOCKCERTS_V2_CANONICAL_CONTEXT
18
19 OPEN_BADGES_V2_CONTEXT = OPEN_BADGES_V2_CANONICAL_CONTEXT
20 BLOCKCERTS_V2_CONTEXT = BLOCKCERTS_V2_CANONICAL_CONTEXT
21
```

Al realizar lo anterior, se creará el certificado y se mostrará la siguiente información

Figura 24. *Plantilla de certificado creada.*

```
PS C:\Users\Joshue\cert-tools\cert_tools> python create_v4_certificate_template.py -c conf_v7.ini
Writing template to C:\Users\Joshue\cert-tools\cert_tools\sample_data\certificate_templates\MTAO.json
Created template!
```

El siguiente template podrá observarse en el verificador universal de Blockcerts, al hacerlo se visualizarán los datos añadidos en el archivo de configuración.

Figura 25. *Plantilla al ser verificada en Blockcerts #1.*


FACULTAD DE IDIOMAS ENSENADA

Constancia de acreditacion del idioma extranjero

|NAME|

Emitido el undefined NaN, NaN por Facultad de Idiomas

Generando PDF...

 **Status check**

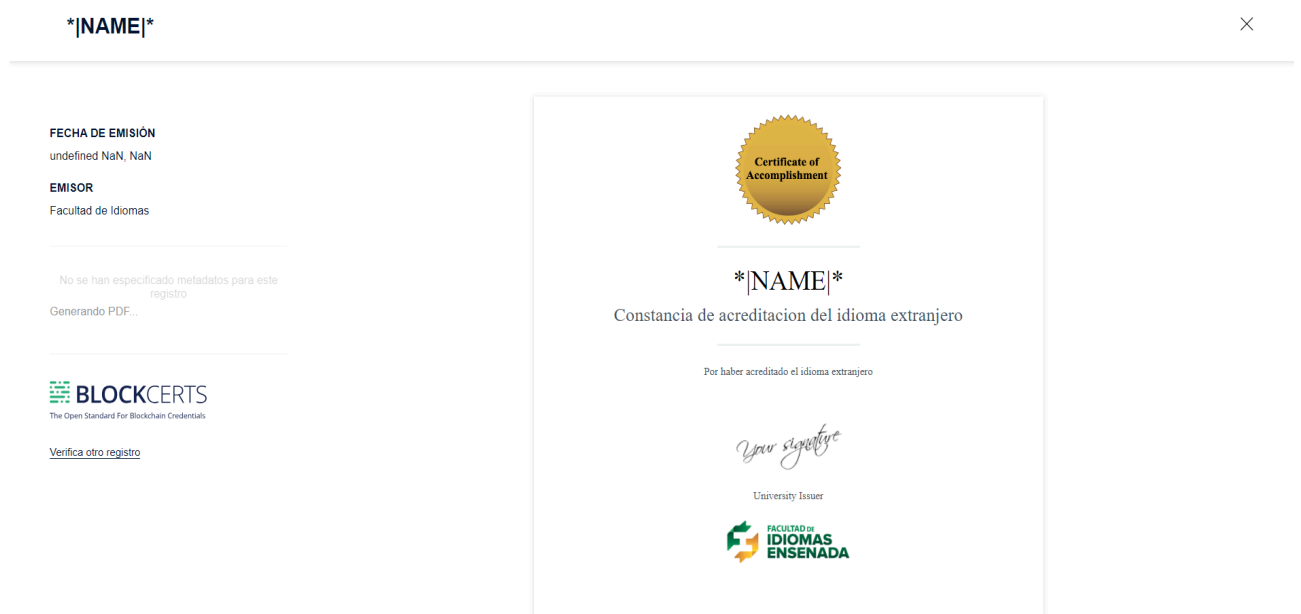
Esconde ▼

Verificando Estado de Revocación

Verificando Fechas de Expiración

Como se puede observar, esta plantilla contiene el título del certificado, además del logo del emisor, en este caso la Facultad de Idiomas Ensenada. Así como también, un estatus de revocación y de expiración. Sin embargo, aún no muestra el nombre de la persona que recibe el certificado, tampoco una fecha de expedición.

Figura 26. Plantilla al ser verificada en Blockcerts #2.



Para hacerlo, se requiere instanciar la plantilla del certificado haciendo uso de la siguiente secuencia comando:

Figura 27. Secuencia de comando `Instantiate_v2_certificate_batch.py`.

```
PS C:\Users\Joshue\cert-tools\cert_tools> python instantiate_v2_certificate_batch.py -c conf_v7.ini
Writing certificates to C:\Users\Joshue\cert-tools\cert_tools\sample_data\unsigned_certificates
Instantiated batch!
```

Al indicarnos que el batch ha sido instanciado significa que la información dentro del archivo de configuración, específicamente del archivo roster en donde se encuentra la información del destinatario como el nombre, una identidad y una llave pública. Estas etiquetas pueden ser modificadas o crear nuevas dependiendo de lo que se requiera del certificado. Entonces, con el certificado instanciado podemos volver a verificarlo en Blockcerts.

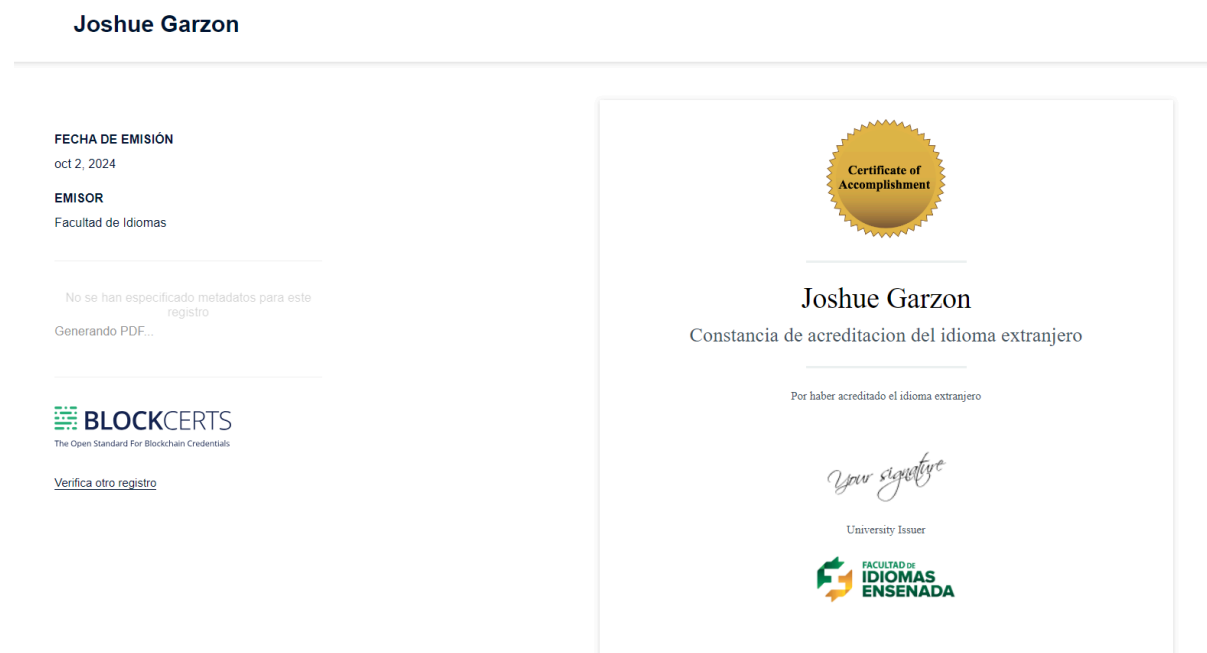
Figura 28. Certificado instanciado.



The screenshot shows a user interface for issuing a certificate. At the top left is the logo for 'FACULTAD DE IDIOMAS ENSEÑADA'. To the right is a close button (X). The main heading is 'Constancia de acreditacion del idioma extranjero' followed by the name 'Joshue Garzon'. Below this, it says 'Emitido el oct 2, 2024 por Facultad de Idiomas' and 'Generando PDF...'. A horizontal line separates this from a 'Status check' section. This section features a green checkmark icon, a vertical green progress bar, and the text 'Status check'. Below the title is a dropdown menu labeled 'Esconde' with a downward arrow. Underneath are two lines of text: 'Verificando Estado de Revocación' and 'Verificando Fechas de Expiración'. Another horizontal line is at the bottom of the interface.

Como se puede observar en el certificado instanciado, ahora muestra el nombre de la persona que recibirá el certificado, así como también se cuenta con una fecha de emisión. A esta nueva plantilla, se le hace llamar certificado no firmado. Ya que aún se requiere hacer la transacción a una Blockchain.

Figura 29. *Certificado no firmado.*



4.2.2. Emisión de certificado no firmado

Una vez creada la plantilla del certificado, el siguiente paso es realizar la emisión del certificado digital utilizando la herramienta cert-issuer. Cert-issuer es una herramienta de código abierto que permite emitir certificados en una Blockchain pública, como Bitcoin o Ethereum, para garantizar la inmutabilidad y trazabilidad del mismo. Esta herramienta es parte del ecosistema de Blockcerts, lo que facilita la emisión segura y verificada de certificados digitales.

Cert-issuer requiere de varias configuraciones previas antes de proceder con la emisión, que incluyen la configuración de un entorno Docker, la generación de claves y direcciones en la Blockchain, la configuración del archivo conf.ini específico para la emisión, y finalmente, el proceso de emisión. A continuación, se detallan los pasos involucrados:

4.2.2.1. Configuración del entorno Docker

El primer paso para utilizar cert-issuer es crear un entorno de trabajo aislado utilizando Docker. Docker permite ejecutar aplicaciones de forma independiente y

estandarizada, evitando problemas de compatibilidad entre sistemas operativos. Para la configuración de Docker, se requiere:

1. Descargar la imagen oficial de cert-issuer desde DockerHub.
2. Crear y ejecutar un contenedor a partir de la imagen descargada, donde se configurarán los archivos necesarios para la emisión.

Comando de Docker:

Tabla 8. Comando para generar clave y dirección.

```
docker pull blockchain-certificates/cert-issuer  
docker run -v $(pwd)/data:/etc/cert-issuer/data blockchain-certificates/cert-issuer
```

El comando anterior, asegura que todas las herramientas y configuraciones necesarias estén listas para la emisión de certificados.

4.2.2.2. Generación de Direcciones y Claves Privadas

El siguiente paso en el proceso de emisión es la generación de una dirección de Bitcoin y su clave privada, la cual es necesaria para firmar los certificados digitalmente. Se puede utilizar **OpenSSL** para generar estas claves o bien utilizar herramientas como **bitcoind** o **Electrum** para generar la dirección y exportar la clave privada. Estos son los pasos básicos:

1. Generar una clave privada de Bitcoin.
2. Crear una dirección pública asociada a la clave privada.
3. Transferir la cantidad de Bitcoin correspondiente a los mineros para cubrir las tarifas de transacción de la Blockchain.

Posteriormente, se debe incluir esta dirección y clave en la configuración del archivo conf.ini de cert-issuer para firmar los certificados emitidos.

4.2.2.3. Configuración de cert-issuer

Cert-issuer requiere la configuración de un archivo conf.ini, el cual contiene la información esencial para la emisión, como la clave privada generada en el paso anterior, la dirección de Bitcoin, y las rutas de los certificados a emitir. El archivo conf.ini debe incluir lo siguiente:

1. La ruta de los certificados no firmados generados previamente por Cert-tools.
2. La dirección pública de Bitcoin.
3. La clave privada para firmar los certificados.
4. El tipo de Blockchain que se utilizará (en este caso, Bitcoin testnet o mainnet).

Tabla 9. Archivo de configuración en cert issuer.

```
issuing_address = <DIRECCION_BITCOIN>
chain = bitcoin_testnet
unsigned_certificates_dir = /etc/cert-issuer/data/unsigned_certificates
signed_certificates_dir = /etc/cert-issuer/data/signed_certificates
blockchain_certificates_dir = /etc/cert-issuer/data/blockchain_certificates
key_file = /etc/cert-issuer/data/private-key.pem
```

4.2.2.4. Emisión del Certificado

Con todas las configuraciones en su lugar, el último paso es la emisión del certificado a la Blockchain. El proceso implica:

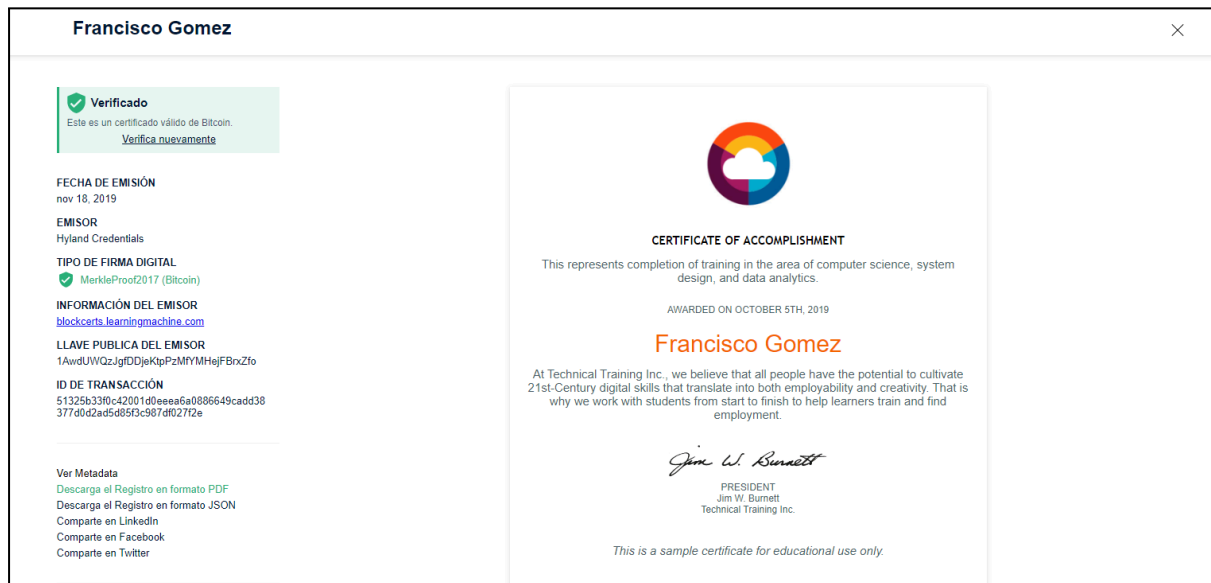
1. Ejecutar el comando de emisión de cert-issuer, el cual firma los certificados no firmados y publica una transacción en la Blockchain, vinculando el certificado emitido de manera inmutable.
2. Una vez completada la emisión, cert-issuer generará un archivo JSON firmado para cada certificado en la carpeta especificada en `signed_certificates_dir`. Además, se publica un registro de la transacción en la Blockchain para garantizar la verificación de la autenticidad.

Tabla 10. Comando de emisión.

```
cert-issuer -c /etc/cert-issuer/conf.ini
```

Al emitir un certificado, su verificación puede realizarse mediante el verificador universal de Blockcerts, como se ilustra en la Figura 30. Al realizar la emisión podrá visualizarse de la siguiente manera en el verificador universal de Blockcerts.

Figura 30. Ejemplo de certificado emitido.



Hasta este punto, el proyecto ha alcanzado una implementación de prueba, sin embargo, se requiere seguir trabajando en colaboración con la unidad académica para lograr una emisión real en la Blockchain. Cabe resaltar que cada transacción en la Blockchain necesita una pequeña cantidad de criptomoneda para cubrir los costos de procesamiento. De este modo, el costo de emitir un lote de certificados mediante Blockcerts depende principalmente de la tarifa de transacción, destinada a los mineros (Blockcerts, s.f.). Una vez emitidos, los certificados estarán disponibles para su verificación por cualquier usuario o institución que desee comprobar su autenticidad.

4.3. Costos asociados a la emisión de certificados en la Blockchain

La emisión de certificados en la Blockchain, específicamente utilizando la red de Bitcoin, no está exenta de costos. Las transacciones que se publican en la Blockchain requieren el pago de tarifas de minería, conocidas como *fees*. Estas tarifas se utilizan para compensar a los mineros que validan y aseguran las transacciones en la red, asegurando la descentralización y seguridad inherente a la Blockchain. El costo de estas transacciones puede variar en función de diversos factores, tales como la congestión de la red y la cantidad de datos que se incluyen en cada transacción.

4.3.1. Factores que afectan el costo de la transacción en Bitcoin

En la red Bitcoin, las tarifas de transacción están principalmente determinadas por dos factores:

- **Tamaño de la transacción:** Las transacciones más grandes (por ejemplo, aquellas que contienen múltiples certificados) ocupan más espacio en un bloque, lo que incrementa los costos. Bitcoin permite un tamaño máximo de bloque de 4 MB, por lo que las transacciones más voluminosas tienden a pagar tarifas más altas por byte.
- **Demanda de espacio en el bloque:** Cuando la red Bitcoin está congestionada, es decir, hay muchas transacciones esperando ser confirmadas, los usuarios están dispuestos a pagar tarifas más altas para que sus transacciones se procesen más rápido. En estos casos, las tarifas pueden aumentar drásticamente.

Las tarifas se calculan generalmente en **satoshis por byte** (sats/vByte), donde 1 satoshi equivale a 0.00000001 BTC. Los usuarios pueden ajustar el valor de las tarifas para determinar la velocidad con la que desean que sus transacciones sean confirmadas; transacciones con tarifas más bajas pueden tardar más tiempo en ser incluidas en un bloque.

4.3.2. Ejemplo de emisión con 300 KB de certificados⁸

Supongamos que una institución está emitiendo certificados utilizando el estándar Blockcerts y el tamaño total de la transacción es de **300 KB** (307,200 bytes). Las tarifas promedio de transacción en la red Bitcoin oscilan entre **50 a 250 satoshis por byte** (sats/vByte), dependiendo de la congestión de la red. Para este ejemplo, utilizaremos un valor promedio de **100 sats/vByte** para calcular el costo.

⁸ ¿Qué determina el costo? <https://www.blockcerts.org/guide/faq.html>

- **Cálculo de la tarifa⁹:**

Tamaño de la transacción: 300 KB = 307,200 bytes

Tarifa por byte: 100 sats/vByte

Costo de la transacción:

$$307,200\text{bytes} \times 100\text{sats/byte} = 30,720,000\text{satoshis}$$

Para convertir satoshis a BTC:

$$30,720,000\text{satoshis} = 0.3072\text{BTC}$$

Si el precio de de Bitcoin fuera de **\$27,000 USD/BTC**, el costo total de la transacción sería:

$$0.3072\text{BTC} \times 27,000\text{USD/BTC} = 8,294.40\text{USD}$$

4.3.3. Costos en la red Ethereum

Al igual que en la red de Bitcoin, las transacciones en la Blockchain de Ethereum también conllevan un costo conocido como "fees" o tarifas de gas, los cuales se pagan para que los mineros procesen las transacciones y las incluyan en la Blockchain. El costo total de una transacción en Ethereum depende de dos factores: el **límite de gas** y el **precio del gas**. El límite de gas se refiere a la cantidad máxima de unidades de gas necesarias para realizar una transacción, mientras que el precio del gas es la cantidad de Ether que se paga por cada unidad de gas.

4.3.4. Factores que influyen en los costos de la red Ethereum

- **Límite de gas:** El límite de gas depende de la complejidad de la transacción. Por ejemplo, para transacciones sencillas, como el envío de Ether, el límite recomendado es de 21,000 unidades de gas. Sin embargo, las transacciones más complejas, como las que involucran contratos inteligentes o lotes de certificados, pueden requerir un límite más alto.
- **Precio del gas:** El precio del gas fluctúa según la congestión de la red Ethereum. En momentos de alta demanda, los usuarios pueden necesitar pagar precios de gas más altos para que sus transacciones se procesen de manera más rápida.

4.3.5. Estimación de costos para la emisión de certificados en Ethereum

⁹ Explorador de bloques <https://mempool.space/es/>

Un estudio realizado por Castro-Iragorri y Giraldo (2020) estimó el costo de emitir 22,000 certificados académicos utilizando la red Ethereum, considerando transacciones en lotes y transacciones individuales. Se encontraron dos escenarios principales:

1. **Emisión en lotes:** Se emitieron lotes de 200 certificados en cada transacción, lo que resultó en un total de 110 transacciones por año. El costo aproximado para este escenario fue de **\$25 USD** al año.
2. **Emisión individual:** En el caso de emitir un certificado por transacción, el costo anual ascendió a **\$5,011 USD**.

Estos costos fueron calculados considerando un precio promedio de Ether durante 2019. Cabe destacar que la emisión en lotes es considerablemente más eficiente y económica.

Tabla 11. Costos estimados para la emisión en la red Ethereum.

Tipo de Transacción	Número de Certificados Emitidos	Número de Transacciones	Costo Estimado (USD)
Emisión en lotes (200 por transacción)	22,000	110	25
Emisión individual	22,000	22,000	5,011

Como se puede observar, la emisión en lotes representa una solución mucho más económica y eficiente para instituciones académicas que emiten grandes cantidades de certificados. Es por eso que sería conveniente que al momento de realizar emisiones de certificados a alguna blockchain, estas sean en lote para evitar altos precios solo por una transacción.

Capítulo 5. Resultados y hallazgos.

5.1. Implementación tecnológica

El desarrollo del proyecto "Propuesta de implementación del estándar de uso abierto de Blockcerts para la emisión de constancias de acreditación del idioma extranjero" marca un avance importante en la adopción de tecnologías emergentes en la UABC, donde esta tecnología aún no ha sido aplicada en otras áreas. Actualmente, son pocas las instituciones de educación superior que han incorporado Blockchain para la emisión de constancias, aunque esta tendencia está creciendo de manera sostenida en el ámbito académico. Este esfuerzo permite generar conocimiento y crear una base sólida que podría facilitar su futura adopción en diversas aplicaciones institucionales, ampliando el uso de tecnologías que promuevan la autenticidad y verificabilidad de documentos académicos.

El principal resultado técnico de este proyecto fue la generación de una prueba de emisión de un certificado utilizando el estándar abierto de Blockcerts. A pesar de las limitaciones encontradas durante la intervención, se logró avanzar en la creación de plantillas de certificados digitales utilizando Cert-tools y en la configuración básica de Cert-issuer para la emisión. Esta prueba demostró que es posible realizar una transición hacia un sistema más seguro y transparente para la emisión de constancias, mejorando los procesos actuales de la Facultad de Idiomas Ensenada de la UABC.

No obstante, la implementación no se pudo completar del todo debido a problemas técnicos que superaban el conocimiento y experiencia. Estos desafíos técnicos incluyeron dificultades en la configuración de Cert-issuer y en la integración con la Blockchain de Bitcoin para finalizar el proceso de emisión. A pesar de ello, se sentaron las bases para continuar con la intervención en fases futuras, con el apoyo de la facultad y expertos en Blockchain.

5.2. Beneficios potenciales identificados

A lo largo del desarrollo del proyecto, se identificaron varios beneficios potenciales asociados con la adopción de tecnologías Blockchain para la emisión de constancias de acreditación, de las cuales destacan:

1. Autenticidad: La inmutabilidad de los certificados evita falsificaciones.
2. Transparencia: La verificación directa mediante Blockchain asegura confianza entre estudiantes e instituciones.
3. Eficiencia: Se anticipa una reducción significativa en los tiempos de emisión, facilitando procesos más ágiles para los estudiantes.

5.3. Desafíos y limitaciones

Se identificaron varias limitaciones que deben ser abordadas en la siguiente fase. El principal desafío técnico fue la configuración avanzada de Cert-issuer y la integración con la Blockchain de Bitcoin. Asimismo, los costos asociados con las transacciones en la red plantearon una limitación significativa. Estos obstáculos impidieron avanzar en la fase final de emisión. Sin embargo, el análisis realizado permitió identificar las condiciones necesarias para superar estas barreras en futuras fases del proyecto.

5.4. Siguiendo fase del proyecto

Dado que la intervención inicial no se pudo completar en su totalidad, el proyecto deberá continuar con el apoyo de la facultad. Se espera que la próxima fase se centre en dar solución a los problemas técnico con la ayuda de expertos, se procederá a solucionar los problemas relacionados con Cert-issuer y se completará la fase de emisión de certificado. También, se impartirán talleres y capacitaciones para el personal encargado, con el fin de garantizar que el uso de la plataforma. Con esto y una vez que se solucione la emisión, se planea implementar un piloto con un grupo reducido de estudiantes para validar el sistema en un entorno controlado y recibir retroalimentación.

Capítulo 6: Conclusión

6.1. Impacto de la implementación de Blockcerts

El presente proyecto ha planteado la implementación del estándar de uso abierto Blockcerts como una solución viable para la emisión de constancias de acreditación del idioma extranjero en la Facultad de Idiomas Ensenada de la Universidad Autónoma de Baja California. Esta propuesta tiene como objetivo central mejorar la seguridad, autenticidad y verificabilidad de dichas constancias, integrando tecnología Blockchain en un proceso que hasta ahora ha sido completamente digital, pero carece de mecanismos robustos para prevenir la falsificación o garantizar la inmutabilidad de los documentos.

También, se han identificado diversos beneficios que la adopción de Blockcerts puede aportar. En primer lugar, la utilización de la Blockchain garantiza la inmutabilidad y autenticidad de las constancias, ofreciendo un alto grado de seguridad tanto para la institución emisora como para los estudiantes que verifiquen los documentos. Además, al usar Blockcerts, se facilita un proceso de verificación inmediata, accesible para cualquier parte interesada en cualquier parte del mundo, eliminando la necesidad de intermediarios. La integración de esta tecnología ofrece un marco claro para la emisión de constancias en lotes, lo que permitiría una mayor eficiencia en los procesos administrativos, brindando transparencia en cada etapa del proceso.

Por último, este proyecto ha demostrado el potencial que ofrece la tecnología Blockcerts para modernizar el proceso de emisión de constancias de acreditación del idioma extranjero en la Facultad de Idiomas Ensenada de la UABC. Aunque la fase de pruebas reveló desafíos técnicos, los beneficios en términos de seguridad, autenticidad y transparencia superan estos obstáculos. Este trabajo marca un primer paso hacia la adopción de tecnologías disruptivas en el ámbito académico, abriendo la puerta a la automatización y digitalización de procesos administrativos clave. La implementación completa de esta solución no solo contribuirá a mejorar la experiencia de los estudiantes, sino que posicionará a la Facultad de Idiomas Ensenada como una institución pionera en el uso de Blockchain en la educación, ofreciendo constancias digitales que responden a las demandas del mercado laboral actual, tanto a nivel local como internacional.

Referencias

1. Abad, J. (2022). La Universidad Autónoma de Nuevo León, en México, emite certificados con tecnología blockchain. *Cointelegraph*. <https://es.cointelegraph.com/news/universidad-autonoma-de-nuevo-leon-in-mexico-will-now-issue-blockchain-certificates>
2. Alvarado López, R. A. (2021). Public policy for the appropriation of ICT in organizations in Mexico: the case of Prosoft. *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad*, 11(20), 1–22. <https://doi.org/10.32870/Pk.a11n20.577>
3. Amador, B., y Márquez, A. (2009). Un modelo conceptual para gestionar la tecnología en la organización. *Espacios*, 30(1), 6.
4. Bartolomé, A., y Lindín, C. (2018). Posibilidades del Blockchain en educación. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(4), 81–93. <https://doi.org/10.14201/eks20181948193>
5. Bartolomeo, A., y Machin Urbay, G. (2020). Introducción a la tecnología Blockchain: Su impacto en las ciencias económicas. Recuperado de: http://ediunc.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitaes/15304/14.-introduccinalatecnologia.pdf
6. Bradach, B., y Nogueira, J. (2021). *Interoperabilidad entre plataformas de blockchain*. Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República.
7. Bustamante Villalobos, B. (2015). *Modelos para Gestionar la Tecnología a Nivel Organizacional* [Diapositiva 3]. SlidePlayer. Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/4371539/>
8. Blockcerts. (s.f.). Guía del procedimiento general de Blockcerts. Recuperado de <https://www.blockcerts.org/guide>.
9. Brocke, Jan vom y Hevner, Alan y Maedche, Alexander. (2020). Introduction to Design Science Research. 10.1007/978-3-030-46781-4_1.
10. Carnevale, A. P., Rose, S. J., y Hanson, A. R. (2012). *Certificates: Gateway To Gainful Employment and College Degrees*. Recuperado de: https://repository.library.georgetown.edu/bitstream/handle/10822/559297/Certificates_FullReport.061812.pdf?sequence=1&isAllowed=y
11. Castro-Iragorri, C., y Giraldo, O. (2020). *Academic Certification using Blockchain: Permissioned versus Permissionless Solutions*. *The JBBA*, 3(2).
12. Concari, S. (2014). Tecnologías emergentes ¿cuáles usamos? Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Sonia-Concari/publication/271847922_Tecnolog

[ias_emergentes_cuales_usamos/links/54d4b7340cf2970e4e638479/Tecnologias-emergentes-cuales-usamos.pdf](https://www.repositorio.uabc.mx/handle/documentos/54d4b7340cf2970e4e638479/Tecnologias-emergentes-cuales-usamos.pdf)

13. Cuéllar Arias, I. (2024). *Revisión bibliográfica sobre el uso del Blockchain: Sector bancario y asegurador*.
14. De la Rosa Rojas, N., Goñi Villena, D. Y., Kobayashi Gutierrez, A. H., y Merino Ortecho, J. E. (2021). Plataforma basada en Blockchain de emisión y validación de certificados digitales [Trabajo de investigación de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Escuela de Postgrado, Programa de Maestría en Administración de Empresas].
15. Dolader, C., del Roig, J., y Muñoz, J. L. (2017). La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas. Recuperado de: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/405/DOLADER,%20BEL%20Y%20MU%C3%91OZ.pdf>
16. Facultad de Idiomas. (2020). Informe anual de actividades 2020. Recuperado de https://idiomas.ens.uabc.mx/wp-content/uploads/2023/02/Informe_FI_2020_2021.pdf
17. Facultad de Idiomas. (2021). Manual de Organización y Procedimientos 2021.
18. Facultad de Idiomas. (2019). Plan de Desarrollo de la Unidad Académica 2019. http://idiomas.uabc.mx/documents/10181/53420/PDUA_Actual/39da94d1-8e64-4541-acab-1cbb5c023732
19. Facultad de Idiomas, Universidad Autónoma de Baja California. (2023). *Plan de Desarrollo de la Facultad de Idiomas 2023-2027*. Universidad Autónoma de Baja California. <https://idiomas.ens.uabc.mx/wp-content/uploads/2023/12/PDFI-2023-2027.pdf>
20. Gómez, A., Moreno, P., y Vásquez, D. (2024). Inició una nueva era en la Facultad de Idiomas y en la Facultad de Artes. Gaceta UABC. <https://gaceta.uabc.mx/notas/academia/inicio-una-nueva-era-en-la-facultad-de-idiomas-y-en-la-facultad-de-arte>
21. García-Peñalvo, F. J. (2018). Identidad digital como investigadores. La evidencia y la transparencia de la producción científica. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(2), 7–28. <https://doi.org/10.14201/eks2018192728>

22. Grajek, S., y Reinitz, B. (2019). Getting ready for digital transformation: Change your culture, workforce, and technology. EDUCAUSE Review. Recuperado de: <https://er.educause.edu/articles/2019/7/getting-ready-for-digital-transformation-change-your-culture-workforce-and-technology>
23. Gómez, I. (2018). *Blockchain. La revolución de la industria. Aplicación académica*. Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/122913/in-s-tfg-bc.definitivo-jf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Hidalgo Nuchera, A., Pavón Morote, J., y León Serrano, G. (2002). *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*. España: Pirámide.
25. Hyland Credentials. (2022). Verificación haciendo uso de Blockcerts. Recuperado de <https://www.hylandcredentials.com/badges-and-blockcerts>.
26. López Gaspar, I., y Galván de la Fuente, T. E. (2022). La certificación del inglés en la UABC: Una oportunidad hacia el empoderamiento laboral. En D. G. Toledo Sarracino (Coord.), *El inglés como lengua extranjera y la empleabilidad en la frontera México-Estados Unidos* (pp. 85-100). Universidad Autónoma de Baja California.
27. López Corzo, L. A. (2023). *El Blockchain en Colombia como método de la innovación económica descentralizada* [Trabajo de grado, Universidad de Santander].
28. Marín, C. (2021). *Tecnología Blockchain: Origen, funcionamiento y usos*. Recuperado de: <https://zaguán.unizar.es/record/111139/files/TAZ-TFG-2022-362.pdf>
29. Montero Hernández, J. A. (2021). *El desarrollo de credenciales digitales como estrategia de aplicación en Colombia: El uso de los datos bajo la perspectiva pandémica* (Trabajo de grado). Universidad Santo Tomás. <https://hdl.handle.net/11634/33412>
30. Nieto, R. H. (2012). *Instrumentos de recolección de datos en ciencias sociales y ciencias biomédicas*. Univesdidad de los Andes.
31. Olsina, L., Rivera, M. B., Papa, M. F., y Becker, P. (2020). Proceso de Design Science Research aplicado a la construcción de una ontología de testing de software como artefacto. *Revista Digital del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de La Matanza*, 5(1). <https://doi.org/ISSN2525-1333>

32. Patronato Universitario UABC. (2024). Entidades Asociadas de la Universidad. Universidad Autónoma de Baja California. <https://patronato.uabc.mx/entidades-asociadas>
33. Patronato Universitario UABC. (2024). Presupuesto ciudadano. Universidad Autónoma de Baja California. <https://patronato.uabc.mx/presupuesto-ciudadano>
34. Peña Díaz, C. A. (2024). Identidad autosoberana con tecnologías Blockchain en el mundo bancario: ¿Es viable? Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación. Bogotá.
35. Peregrina-Pérez, M. J., y Boubeta-Puig, J. (2023). Gestión segura de certificados digitales de eventos científicos mediante blockchain. Escuela Superior de Ingeniería, Universidad de Cádiz.
36. Remolina-Medina, C. (2022). Beneficios y limitaciones del Blockchain en contratos inteligentes en el sector salud. Una revisión de la literatura. Revista Científica Anfibios, 5(2), 57-71. <https://doi.org/10.37979/afb.2022v5n2.11>
37. Reyes-Sánchez, C. (2022). Blockchain: Funcionamiento y pertinencia en sectores públicos y privados. Interconectando Saberes, (14), 169-178. <https://doi.org/10.25009/is.v0i14.2734>
38. Piero. (2023). *Agnóstico de blockchain: ecosistemas digitales interoperables*. Gate.io. Recuperado de <https://www.gate.io/es/learn/articles/blockchain-agnostic/1022>
39. Rivoir, A., Morales, M. J., y Casamayou, A. (2019). Uses and perceptions of digital technologies in elderly people. Limitations and benefits for their life quality. Revista Austral de Ciencias Sociales, 36, 295–313. <https://doi.org/10.4206/rev.austral.cienc.soc.2019.n36-15>
40. Romero-Aguilar, R. (2019). *Entendiendo el blockchain*. Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano.
41. Sanabria, M., y Méndez-Romero, R. A. (2022). Transformación digital en las organizaciones. Capítulo 2. Tecnologías clave para la transformación digital en las organizaciones. Universidad del Rosario. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Mendez-Romero/publication/361166456_Tecnologias_clave_para_la_transformacion_digital_en_las_organizaciones/links/62a09482a3fe3e3df866a120/Tecnologias-clave-para-la-transformacion-digital-en-las-organizaciones.pdf

42. Sánchez Hernández, V., y Puon Castro, Y. (2022). Prólogo. En D. G. Toledo Sarracino (Coord.), *El inglés como lengua extranjera y la empleabilidad en la frontera México-Estados Unidos* (pp. 6-8). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
43. Sandu, E. (s.f.). *Privacidad y Blockchain: Capacidades de Privacidad que Blockchain Puede Ofrecer. Metaverso. Recuperado de* <https://metaverso.pro/blog/privacidad-y-blockchain-capacidades-de-privacidad-que-blockchain-puede-ofrecer/>
44. Selingo J. (2018). New Generation of Students How colleges can recruit, teach, and serve Gen Z.
45. Longino, J. T. (2019). ¡Hola, futuro! Inicia Tec era de títulos universitarios en blockchain. Conecta Tec. <https://conecta.tec.mx/es/noticias/nacional/educacion/hola-futuro-inicia-tec-era-de-titulos-universitarios-en-blockchain>
46. Torres Zúñiga, V. (2019). Aplicaciones de la Tecnología Blockchain en el Área Forense. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/350850167_Aplicaciones_de_la_Tecnologia_Blockchain_en_el_Area_Forense?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InByb2ZpbGUiLCJwYWdlIjoicHJvZmlsZSJ9fQ
47. Universidad Autónoma de Baja California. (2021). Estatuto Escolar de la UABC (Reforma de mayo de 2021). http://sriagral.uabc.mx/Externos/AbogadoGeneral/Reglamentos/Estatutos/03_Estatuto_EscolarUABC_Reforma_May_202021.pdf
48. Universidad Autónoma de Baja California. (2019). Plan de Desarrollo de la Unidad Académica de la Facultad de Idiomas 2019. Recuperado de <http://www.uabc.mx/facultadidiomas/pdua2019>
49. Universidad Autónoma de Baja California. (2023). Plan de Desarrollo Institucional 2023-2027. http://planeacion.uabc.mx/pdi2023/docs/UABC_PDI_2023-2027_Ejecutivo.pdf
50. West, P. (2018). Is distributed ledger technology the answer? Open Innovation Team. OPENINNOVATION [consultado 25/10/2024]. Disponible en: <https://openinnovation.blog.gov.uk/2018/02/19/is-distributed-ledger-technology-the-answer/>
51. Zozaya, Carlos y Incera, José y Velázquez, Ana. (2019). Blockchain: un tutorial. Estudios: filosofía, historia, letras. 17. 113. 10.5347/01856383.0129.000294417.