

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018,
publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1976.

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales
Maestría en Ingeniería y Gestión de la Calidad



MEJORA EN EL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS ALUMNOS DE LA ASIGNATURA DE DISEÑO DE SOFTWARE PARA ASEGURAR LA ACREDITACIÓN ADECUADA DE LA MISMA

TRABAJO RECEPCIONAL que para obtener el **GRADO** de
MAESTRO EN INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD

Presenta: **RODRIGO VILLALOBOS MANZO**

Asesor: **JOSÉ JUAN CALZADA LÓPEZ**

Tlaquepaque, Jalisco. 24 de noviembre de 2020

Resumen

El presente trabajo habla sobre la implementación de la metodología de la “Ruta de la Calidad” en el sistema de evaluación de la asignatura de Diseño de Software que forma parte del programa académico de la Ingeniería en Sistemas Computacionales en el ITESO. El objetivo del proyecto fue realizar mejoras al sistema de evaluación que fomentaran una mayor participación individual de los alumnos con la intención de obtener los conocimientos esperados para la acreditación de la asignatura. El proyecto se dividió en 2 etapas, la primera etapa donde se analizó el primer sistema de evaluación y se diseñó e implementó un nuevo sistema; y una segunda etapa en que se evaluaron los resultados de la implementación del nuevo sistema y se concluyó que se lograron mejores resultados en los puntajes obtenidos por los alumnos de manera individual.

Palabras clave: Ruta de la Calidad, Mejoras, Evaluación académica, Diseño de Software

Abstract

This work talks about the implementation of the “QC Story” methodology in the grading system of the Software Design subject that is part of the academic program of Computer Systems Engineering at ITESO. The objective of the project was to make improvements to the grading system that would encourage individual participation of the students with the intention of obtaining the expected knowledge for the accreditation of the subject. The project was divided into 2 stages, the first stage where the first grading system was analyzed and a new system was designed and implemented; and a second stage during which the results of such the implementation were evaluated and it was concluded that the new grading system achieved better results in the scores obtained individually by the students.

Keywords: QC Story, Improvements, Grading system, Software design.

Agradecimientos

A Dios.

A Carmen, por acompañarme siempre, en presencia y en esencia. ¡Te amo!

A Alan y Anaís, por ser mi mayor motivación para querer ser un mejor ser humano cada día y poder mostrarles que con trabajo, esfuerzo y dedicación se pueden lograr cosas geniales.

A Ramiro, Gelo, Mayli y Román por aguantarme y por compartir conmigo esta pasión por la docencia.

A la Familia Estévez Sánchez por adoptarme y hacerme sentir como en casa.

A Doña Rafa, mi abuela y mi ángel de la guarda, por cuidarme y estar ahí en todos mis logros.

A Don Chéncho, mi abuelo y mi otro ángel de la guarda, por heredarme la “buena mano” que me ha servido para siempre saber elegir la semilla correcta.

A todos mis alumnos y exalumnos, por motivarme a querer ser un mejor profesor cada semestre.

Al Maestro José Juan Calzada López, por toda su guía y apoyo.

Tabla de contenido

Resumen.....	2
Abstract.....	2
Agradecimientos	3
Introducción	6
1 Fundamentación del trabajo	7
1.1 Descripción del problema.....	11
1.2 Objetivo y alcance del trabajo propuesto.....	16
2 Marco conceptual de referencia	18
2.1 Minitab	19
2.2 Histogramas.....	19
2.3 Gráfica de valores individuales	20
2.4 Gráfica de intervalos.....	20
2.5 Diagramas de Caja.....	20
2.6 Prueba de hipótesis	21
2.7 Prueba de normalidad	21
2.8 Prueba t de dos muestras	22
2.9 Prueba de dos varianzas.....	22
2.10 Diagrama Causa Efecto	23
3 Intervención.....	24
3.1 Plan de trabajo de la primera etapa.....	24
3.2 Plan de trabajo de la segunda etapa	25
3.3 Fase Definición del Problema.....	25
3.4 Fase de Observación.....	26
3.5 Fase de Análisis.....	26
3.6 Fase de Acción.....	29

4	Fase de Verificación.....	30
4.1	Definición de variable de estudio	30
4.2	Estadística descriptiva	31
4.3	Resultados del histograma	31
4.4	Resultados del gráfico de caja	34
4.5	Resultados del gráfico de valores individuales.....	37
4.6	Resultados del gráfico de intervalos	39
4.7	Resultados de la prueba de normalidad	40
4.8	Resultados de la prueba t de dos muestras.....	42
4.9	Resultados de la prueba de 2 varianzas	43
5	Resultados (Fase de Estandarización)	45
6	Conclusiones	47
6.1	Posibles mejoras (Fase de Documentación)	47
7	Bibliografía.....	49
	Anexos	50
	Anexo A: Sección - Evaluación y calificación – Guía de Aprendizaje ESI047A.....	50
	Anexo B: Ejemplo de archivo de control del primer sistema de evaluación.....	51
	Anexo C: Sección – Criterios de evaluación – Guía de Aprendizaje – ESI1005A	52
	Anexo D: Ejemplo de archivo de control del nuevo sistema de evaluación	55
	Anexo E: Puntajes obtenidos durante 2013 y 2018.....	56

Introducción

Los sistemas de evaluación en México necesitan garantizar que los alumnos en todos los niveles educativos puedan acreditar las asignaturas únicamente habiendo adquirido los conocimientos esperados. En particular los sistemas de evaluación que dan una alta ponderación al trabajo en equipo presentan el reto de determinar si todos los integrantes del equipo contribuyeron de manera equitativa a los entregables correspondientes para obtener puntajes equitativos entre si.

Si partimos bajo el entendido de que un alumno demuestra obtener conocimiento en medida de lo que realiza y practica a partir de lo impartido en una asignatura, podríamos determinar que aquel alumno que no puede demostrar haber aplicado un suficiente esfuerzo individual no ha obtenido tampoco los conocimientos necesarios para acreditarla.

Como se plantea en el marco conceptual de referencia para el desarrollo del presente documento, podemos utilizar la metodología de la “Ruta de la Calidad” con la finalidad de encontrar y evaluar acciones que concretaran una mejora en el sistema de evaluación de la asignatura de Diseño de Software en la Ingeniería en Sistemas Computacionales del ITESO.

Por ello, el presente trabajo de obtención de grado nos presenta la implementación de esta metodología con el objetivo de proporcionar un procedimiento basado en hechos y datos enfocado en la mejora del sistema de evaluación de la asignatura para asegurar una correcta acreditación de esta.

1 Fundamentación del trabajo

Para comprender mejor como se determinan los sistemas de evaluación en México debemos comenzar por la Ley General de Educación (Ley General de Educación, DOF, 2019. Artículo 35 Inciso I) donde se establecen tres tipos de educación: básica, media superior y superior.

La educación básica está integrada por 3 niveles: preescolar, primaria y secundaria. Por su parte la educación media superior comprende el nivel bachillerato y la educación profesional técnica. Por último, la educación superior cuenta con 3 niveles: técnico superior, licenciatura y posgrado, donde dentro del posgrado se incluyen los estudios de especialidad, maestría y doctorado. Para cada nivel de cada tipo existen diferentes escalas de calificaciones para la acreditación de sus grados.

Por ejemplo, para la educación básica, la Secretaría de Educación Pública (SEP) en las Normas Específicas de Control Escolar Relativas a la Inscripción, Reinscripción, Acreditación, Promoción, Regularización y Certificación en la Educación Básica (DOF, Acuerdo 11/03/19, 2019, Artículo 10) establece las escalas de calificaciones en sus diferentes niveles de la siguiente manera:

- Para la educación preescolar se dictamina que los resultados de las evaluaciones no se expresarán a través de valores numéricos, si no que las calificaciones que serán otorgadas al alumno se expresarán mediante observaciones y sugerencias sobre el aprendizaje demostrado durante el curso. De tal manera que, para este nivel, es común observar escalas de calificaciones como las descritas en la Tabla 1- Escala de calificaciones para nivel preescolar (DOF, Acuerdo 648, 2012, Artículo 7°).

Tabla 1- Escala de calificaciones para nivel preescolar

Nivel de desempeño	Colaboración requerida
Destacado	No necesita apoyo
Satisfactorio	Requiere apoyo adicional
Suficiente	Requiere apoyo y asistencia permanente
Insuficiente	Requiere apoyo, tutoría, acompañamiento diferenciado y permanente

Fuente: DOF

- Para la educación primaria y secundaria se establece una escala de enteros del 5 al 10 donde la calificación de 5 es reprobatoria y las calificaciones del 6 al 10 son aprobatorias, con la excepción de primero y segundo de primaria donde la escala únicamente contempla las calificaciones aprobatorias del 6 al 10.

También la SEP, establece en sus Normas Relativas a los Procesos de Control Escolar para la Educación Media Superior (SEP, 2018, Capítulo VI, Artículo 4.2) que la escala de calificaciones para la educación media superior será numérica del 5 al 10 donde para acreditar una asignatura (Unidad de Aprendizaje Curricular, UAC) el estudiante deberá obtener como mínimo una calificación final de 6.0. Sin embargo, para este nivel, las calificaciones se expresan con un número entero y una cifra decimal redondeada en las calificaciones mayores al 6.0 salvo el 10.

Finalmente, para la educación superior, la Ley Federal de Educación (LGE, 2019, Capítulo IV Artículo 49) establece que las universidades a las que la ley les otorga autonomía tienen la libertad de crear su propio marco normativo, por lo que cada universidad debe definir su escala de calificaciones y los criterios para determinar si una asignatura es acreditada por el alumno. En este ámbito, es común encontrar escalas que van del 5 al 10, pero la principal diferencia, generalmente, es la calificación mínima aprobatoria, donde algunas universidades definen para el nivel licenciatura el 6 como calificación mínima aprobatoria y algunas otras consideran la calificación de 7 como la mínima aprobatoria.

Para dar algunos ejemplos de las escalas utilizadas en las diferentes universidades nacionales, comenzamos tomando como ejemplo a la mejor universidad de México en el 2020, tratándose de, según el conteo del 4ICU (4ICU, 2020, Top Universities in México) y el conteo de El Universal (El Universal, 2020, Mejores Universidades, 2020), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la cual establece su escala de calificaciones del 5 al 10, donde la calificación mínima aprobatoria es el 6. Otro ejemplo es, la segunda universidad mejor rankeada a nivel nacional en el conteo del 4ICU en el 2020, el Tec de Monterrey (ITESM), el cual establece en su reglamento (Reglamento Académico General, 2019, Capítulo V Artículos 5.7 y 5.9) una escala de calificaciones del 1 a 100, en la que el mínimo aprobatorio es el 70.

Para citar ejemplos, ya en el ámbito local, en Guadalajara la universidad mejor rankeada es la Universidad de Guadalajara (UDG), quien establece en su reglamento general (Reglamento General UDG, 2006, Artículo 5) una escala el 0 a 100 con una calificación mínima aprobatoria de

60. Y finalmente, en segundo lugar local, según este ranking, se encuentra el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), quién por su parte establece en su reglamento (Reglamento de Evaluaciones para Alumnos de Licenciatura, 2017, Artículo 8) una escala del 5 al 10, con la calificación mínima aprobatoria de 6.

Dado que, como vimos anteriormente, la Ley Federal de Educación da total autonomía a las universidades para establecer los sistemas de evaluación en sus planes de estudio, continuando con el ITESO, encontramos que para determinar las calificaciones de un alumno en cada asignatura, establece en su reglamento (Reglamento de Evaluaciones para Alumnos de Licenciatura, 2017, Artículos 1 y 5) que las evaluaciones deberán realizarse de acuerdo con los lineamientos establecidos en las guías de aprendizaje de cada una de las asignaturas impartidas en los distintos programas educativos; entenderemos que una guía de aprendizaje representa el compromiso que el profesor establece con los estudiantes en cuanto a los aprendizajes que logrará al cursar la asignatura, entonces, podemos determinar que una de las secciones importantes de una guía de aprendizaje es la sección de “Productos e indicadores de evaluación”, dónde el profesor debe establecer los criterios de evaluación para valorar el desempeño y los entregables de cada estudiante y poder determinar una calificación final.

En el caso de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales (ISC), ofertada por el ITESO, propone en su plan de estudios una ruta de estudio dividida en 11 saberes, uno de ellos es el de “Sistemas de información e ingeniería de software” donde se encuentra la asignatura de Diseño de software. Los aprendizajes obtenidos al cursar la asignatura de Diseño de software tienen un impacto considerable en la formación profesional de los egresados de ISC.

Dicha asignatura se debe cursar, de acuerdo con la ruta sugerida del plan de estudios, durante el quinto semestre una vez concluidos los saberes introductorios de la licenciatura.

1.1 Descripción del problema

Como vimos en la sección anterior, el ITESO establece que cada asignatura en sus diferentes programas educativos debe definir en su guía de aprendizaje los criterios de evaluación que se aplicarán para determinar la calificación final. Por ello, es importante que el sistema de evaluación del desempeño y la ponderación del valor de los productos realizados durante el curso, sean lo suficientemente robustos para asegurar la correcta transmisión y adquisición de los conocimientos y habilidades que el alumno debe demostrar al acreditar el curso.

En la guía de aprendizaje existente en el 2010 para la asignatura de Diseño de Software se determinaba un sistema de evaluación por porcentajes como se muestra en la Tabla 2 - Porcentajes de evaluación para Ingeniería de Software II en 2010.

Tabla 2 - Porcentajes de evaluación para Ingeniería de Software II en 2010

Porcentaje	Concepto
30%	Exámenes
10%	Tareas
60%	Prácticas y entregables de proyecto

Fuente: Creación propia

Este sistema de evaluación se utilizó durante los semestres de Otoño 2010 a Primavera 2015. Se analizó la distribución de calificaciones de dichos semestres como se presenta en la Tabla 3 – Distribución de calificaciones de Otoño 2010 a Primavera 2015. La explicación y ponderación descrita en la guía de aprendizaje utilizada durante dichos semestres se describe en el [Anexo A](#).

Tabla 3 – Distribución de calificaciones de Otoño 2010 a Primavera 2015

Semestre	Reprobados o bajas	Aprobados con 6	Aprobados con 7 o más	Total de Alumnos
Otoño 2010	2 (10.5%)	2 (10.5%)	15 (79%)	19 (100%)
Primavera 2011	1(12.5%)	2(25%)	5(62.5%)	8 (100%)
Otoño 2011	1(9%)	1(9%)	9(82%)	11 (100%)
Primavera 2012	0(0%)	3(17.5%)	14(82.5%)	17 (100%)
Otoño 2012	1(7%)	2(13%)	12(80%)	15 (100%)
Primavera 2013	0(0%)	1(5%)	18(95%)	19 (100%)
Otoño 2013	1(5.5%)	1(5.5%)	16(89%)	18 (100%)
Primavera 2014	1(7%)	2(13%)	12(80%)	15 (100%)
Otoño 2014	7(37%)	2(10.5%)	10(52.5%)	19 (100%)
Primavera 2015	2(14%)	2(14%)	10(72%)	14 (100%)

Fuente: Creación propia

Se decidió analizar el comportamiento de la población de alumnos que lograba aprobar la asignatura con la calificación mínima aprobatoria de 6, para el análisis se utilizó el acumulado de puntos por alumno que va del 0 al 100, el cual al final del semestre se dividía entre 10 y se redondeaba para determinar la calificación final del alumno, con esto se intentó determinar si el conocimiento mínimo esperado estaba siendo obtenido por los estudiantes con dicha calificación.

Se determinaron los siguientes criterios para definir si un alumno con calificación de 6 habría acreditado la asignatura con los conocimientos adecuados:

1. El alumno obtuvo 6/100 o menos puntos por tareas de 10/100 disponibles, alrededor de 2 terceras partes.
2. El alumno obtuvo 20/100 o menos puntos por exámenes de 30/100 disponibles, dos terceras parte.
3. El alumno obtuvo 40/100 o más puntos por trabajo en equipo de 60/100 disponibles, dos terceras partes.
4. El alumno reprobó alguno de los 2 exámenes
5. El alumno no participó en ninguna de las actividades para obtener puntos extra

Se tomaron las muestras de todos los alumnos que acreditaron la asignatura con 6 (60 puntos) tomando nota de los 5 criterios determinados, los cuales se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4 - Resultados de alumnos que aprobaron con 6

Semestre	Puntos por tareas	Puntos por examen	Puntos por trabajo en equipo	Reprobó algún examen	Puntos Extra
Oto2010	0	22	39	No	No
Oto2010	2.4	18.36	41	Si	No
Prim2011	0	15.45	48	Sí	No
Prim2011	1.2	20.25	40	Sí	Sí
Oto2011	0	16.5	48	Si	No
Prim2012	0	19.8	44	Si	No
Prim2012	0	21	43	Si	No
Prim2012	0	20.1	44	Si	No
Oto2012	0	24.7	39	Si	No
Oto2012	0	21.2	42	Si	No
Prim2013	4.7	24.3	30	No	Si
Oto2013	0	25.5	37	No	No
Prim2014	0	17.21	44	Si	No
Prim2014	0	19.38	44	Si	No
Oto2014	6	16.5	42	Si	No
Oto2014	0	23.4	39	No	No
Prim2015	4.3	16.8	40	Si	Si
Prim2015	0	19.5	42	No	No

Fuente: Creación propia

De ahí se pudo determinar que:

- 1 de 18 alumnos obtuvo 6 o más puntos de 10 disponibles por el rubro de tareas.
- 12 de 18 alumnos no entregaron una sola tarea.
- 9 de 18 alumnos obtuvieron 20 puntos o menos de 30 disponibles por concepto de exámenes.
- 14 de 18 alumnos obtuvieron 40 puntos o más de 60 disponibles por concepto de trabajo en equipo.
- 13 de 18 alumnos reprobaron alguno de los 2 exámenes.
- 15 de 18 alumnos no entregaron ninguna actividad extra individual.

El supuesto fue que la alta ponderación de los conceptos que involucraban un trabajo en equipo, como lo eran las prácticas y el proyecto, trabajados en equipos de 4 o 5 personas, permitían a los alumnos de bajo desempeño obtener 2 terceras partes o más de la calificación aprobatoria, permitiendo que el alumno únicamente tuviera que preocuparse por obtener al menos la mitad de los puntos otorgados por trabajo y esfuerzo individual.

1.2 Objetivo y alcance del trabajo propuesto

Con el propósito de lograr encontrar un sistema de evaluación que demostrara la adquisición de los conocimientos y habilidades esperados al concluir el curso, se diseñó un sistema que permitiera a los alumnos enfocarse en la adquisición de conocimiento y no únicamente en entregar lo mínimo indispensable para obtener una calificación aprobatoria. El objetivo principal del nuevo sistema de evaluación era fomentar el esfuerzo individual de los alumnos propiciando un mayor interés por obtener conocimiento. Por ende, quienes no logran demostrar la adquisición de nuevas competencias, no lograrían acreditar la asignatura.

El principal reto fue lograr este propósito sin eliminar el trabajo en equipo, ya que éste también permite practicar las competencias adquiridas durante el curso, y de otra manera dichas competencias difícilmente serían alcanzadas.

El objetivo del presente trabajo de intervención fue determinar si el nuevo sistema de evaluación, que se aplica desde Otoño de 2015, no permitió una acreditación de la asignatura de Diseño de software a los alumnos que no demostraron realizar las actividades mínimas para obtener el conocimiento suficiente para considerarse aprobados, en comparación con el sistema de evaluación aplicado entre Otoño 2010 y Primavera 2015. O, por el contrario, no se puede determinar que existió una diferencia significativa entre ambos sistemas de evaluación, lo que significaría que aún con los cambios propuestos, siguen acreditando la asignatura algunos alumnos que no han obtenido los conocimientos suficientes para aprobar.

Los resultados obtenidos del presente trabajo toman un alto nivel de relevancia para la Ingeniería en Sistemas Computacionales, dado que es los conocimientos de la asignatura de Diseño de Software son utilizados durante el resto de la licenciatura y pueden llegar a ser determinantes durante los semestres finales del alumno. Por lo tanto, es de suma importancia determinar que los resultados en el cambio del sistema de evaluación en realidad pudieron lograr que únicamente acreditaran la asignatura aquellos alumnos que trabajaron de manera equitativa durante el semestre y que se preocuparon por obtener conocimiento independientemente de la calificación.

El alcance del presente trabajo se limita al análisis de las calificaciones obtenidas por el alumnado durante el periodo de uso del primer sistema de evaluación en la asignatura de Diseño de Software y a partir del uso del segundo sistema de evaluación en Otoño 2015 hasta el semestre de Primavera 2020. Este proyecto no abarca otras asignaturas impartidas en el ITESO, ni el uso de otros sistemas de evaluación propuestos en otras áreas.

2 Marco conceptual de referencia

Para lograr el objetivo planteado en la sección anterior, se utilizó la metodología de la Ruta de la calidad. La Ruta de la Calidad (RC) es una metodología sistemática basada en el ciclo de Deming, conocido con el nombre de PDCA (Plan, Do, Check, Act) o PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), cuyo propósito es el de brindar una secuencia normalizada que permita solucionar problemas o gestionar proyectos relacionados con el control de calidad, soportándose en el uso adecuado e intensivo de las herramientas básicas de calidad. (Maldonado, 2018)

La RC consiste en los siguientes pasos:

1. Definición del Problema.
2. Observación: Describir el Problema.
3. Análisis: Analizar las causas.
4. Acción: Acciones para eliminar las causas.
5. Verificación: Confirmación de la eficacia de la acción.
6. Estandarización: Eliminación permanente de las causas.
7. Documentación: Planeación del trabajo futuro.

Durante estos pasos usaremos herramientas estadísticas enlistadas a continuación.

2.1 Minitab

Minitab es una herramienta de software diseñado para ejecutar funciones estadísticas tanto básicas como avanzadas.

Según su sitio web (Minitab, 2020), Minitab cuenta con las herramientas estadísticas más confiables del mercado para sacar provecho de sus datos, encontrar tendencias, predecir patrones, descubrir relaciones ocultas entre las variables, visualizar las interacciones de los datos e identificar factores importantes para responder incluso a las preguntas y problemas más desafiantes.

2.2 Histogramas

Un histograma es, en esencia, un diagrama de barras que muestra gráficamente las frecuencias o las frecuencias relativas de los datos que aparecen dentro de los distintos intervalos de clase. Dichas frecuencias de clase también se pueden representar gráficamente mediante polígonos de frecuencias (o de frecuencias relativas). Cada intervalo de clase es identificado por un valor, que generalmente coincide con el punto medio del intervalo. Después, estos valores se representan gráficamente frente a las frecuencias de los intervalos de clase que representan y los puntos del gráfico se conectan mediante líneas rectas para conseguir el polígono de frecuencias. Estos gráficos son especialmente útiles para comparar conjuntos de datos, puesto que en un mismo gráfico se pueden mostrar varios polígonos de frecuencias. (Ross & Valdés Sánchez, 2014)

2.3 Gráfica de valores individuales

Una gráfica de valores individuales se usa para evaluar y comparar las distribuciones de datos de la muestra. Una gráfica de valores individuales muestra un punto para el valor real de cada observación en un grupo, lo que hace que sea más fácil determinar los valores atípicos y ver la dispersión de la distribución. Una gráfica de valor individual funciona mejor cuando el tamaño de la muestra es menor que 50 aproximadamente. (Revisión general de Gráfica de valores individuales - Minitab, 2020)

2.4 Gráfica de intervalos

Una gráfica de intervalo se usa para evaluar y comparar los intervalos de confianza de las medias de los grupos. Una gráfica de intervalo muestra un intervalo de confianza de 95 % de la media de cada grupo. Una gráfica de intervalo funciona mejor cuando el tamaño de la muestra es de por lo menos 10 para cada grupo. Generalmente, mientras más grande es el tamaño de muestra, más pequeño y preciso es el intervalo de confianza. (Revisión general de Gráfica de intervalo - Minitab, 2020)

2.5 Diagramas de Caja

Los diagramas de caja se utilizan habitualmente para representar algunos de los estadísticos sintéticos de un conjunto de datos. En el eje x se dibuja un segmento entre los valores menor y mayor de los datos; superpuesta a este segmento, se coloca una “caja” que comienza en el primer cuartil y termina en el tercer cuartil, dentro de la cual se indica el valor del segundo cuartil mediante una línea vertical. (Ross & Valdés Sánchez, 2014)

2.6 Prueba de hipótesis

Una hipótesis estadística es una conjetura que se realiza acerca de una característica referente a una o más poblaciones.

Una prueba de hipótesis es un procedimiento estadístico realizado a partir de un contraste de dos hipótesis contradictorias: la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1); que lleva a concluir en favor de una de las dos, con base en la evidencia muestral suministrada. (Obando López & Arango Londoño, 2019)

2.7 Prueba de normalidad

La distribución de una variable aleatoria normal con media 0 y varianza 1 se llama distribución normal estándar. (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2007)

Se utiliza la prueba de normalidad para determinar si los datos no siguen una distribución normal estándar. Para una prueba de normalidad, las hipótesis son las siguientes.

- H_0 : Los datos siguen una distribución normal.
- H_1 : Los datos no siguen una distribución normal. (Revisión general de Prueba de normalidad - Minitab, 2020)

Para que exista normalidad, los residuos deben formar una línea recta o estar dentro de las bandas de confianza. (Quevedo Urías & Pérez Salvador, 2015)

2.8 Prueba t de dos muestras

La prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales, es la prueba de diferencia de dos medias cuando las muestras son independientes y las varianzas son desiguales y desconocidas. (Quevedo Urías & Pérez Salvador, 2015)

Se utiliza la prueba t de dos muestras para hacer lo siguiente:

- Determinar si las medias de población de dos grupos independientes difieren.
- Calcular un rango de valores que probablemente incluya la diferencia entre las medias de las poblaciones.

Para una prueba t de dos muestras, las hipótesis son las siguientes.

- H_0 : La diferencia entre las medias de las poblaciones es igual a la diferencia hipotética.
 - H_1 : La diferencia entre las medias de las poblaciones no es igual a la diferencia hipotética
- (Revisión general de t de 2 muestras - Minitab, 2020)

2.9 Prueba de dos varianzas

Cuando se tienen dos poblaciones normales e independientes con varianzas desconocidas respectivamente, y se desea verificar la hipótesis de que las varianzas son iguales contra una hipótesis alternativa de que son diferentes. (Quevedo Urías & Pérez Salvador, 2015)

Se puede realizar una prueba de dos varianzas para hacer lo siguiente:

- Determinar si las varianzas o las desviaciones estándar de dos grupos difieren.
- Calcular un rango de valores que probablemente incluya la relación de población de las varianzas o las desviaciones estándar de los dos grupos.

La prueba de dos varianzas es útil para situaciones de mejora de la calidad. Se puede utilizar esta prueba para comparar la varianza dentro de los subgrupos con la varianza entre los subgrupos. Además, se puede utilizar esta prueba para comparar la varianza de un proceso antes y después de implementar un programa de mejora de la calidad. (Revisión general de 2 varianzas - Minitab, 2020)

2.10 Diagrama Causa Efecto

El diagrama de Ishikawa conocido también como causa-efecto, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. (Walter Stachú, 2009)

3 Intervención

Siguiendo la ruta de calidad (RC) mencionada en la sección 2 de este documento, se hizo un análisis del problema que se deseaba resolver. El proyecto se dividió en dos etapas, la primera etapa de intervención, donde se incluye las fases de Definición del problema, Observación, Análisis y Acción, de la RC. Y una segunda etapa que comprende las fases de Verificación, Estandarización y Documentación.

3.1 Plan de trabajo de la primera etapa

La primera etapa se realizó durante el periodo comprendido entre los semestres de Otoño 2010 a Primavera 2015.

- La fase de Definición del Problema se realizó mediante observación, como se menciona en la sección Descripción del problema.
- En la fase de Observación se utilizaron los archivos de control de progreso utilizados en periodo de aplicación del primer sistema de evaluación (Otoño 2010 – Primavera 2015), los archivos utilizados se presentan en el [Anexo B](#).
- La fase de Análisis se llevó a cabo durante el Verano 2015, al elaborar un diagrama de Causa-Efecto y con los resultados de éste se diseñó un sistema de evaluación cuya definición descrita en la Guía de Aprendizaje elaborada, se presenta en el [Anexo C](#).
- La fase de Acción se realizó durante el periodo comprendido entre Otoño 2015 y Primavera 2020, en los cuales se aplicó el nuevo sistema de evaluación y se registraron los puntajes obtenidos por los alumnos en un nuevo archivo de control, que se ejemplifica en el [Anexo D](#).

3.2 Plan de trabajo de la segunda etapa

La segunda etapa se realizó durante el año 2020, comprendiendo las siguientes fases:

- La fase de Verificación se llevó a cabo durante el 2020 se realizó el análisis estadístico de las muestras obtenidas en la primera etapa del plan de trabajo y se documentaron los resultados.
- En la fase de Estandarización, también durante 2020, se analizaron los resultados y se obtuvieron conclusiones.
- Finalmente, para la fase de Documentación se decidió realizar el presente trabajo de obtención de grado.

3.3 Fase Definición del Problema

El problema que fue identificado durante la primera etapa fue que el sistema de evaluación y las ponderaciones de puntaje utilizados en la asignatura de Diseño de software permitía que los alumnos aprobaran la asignatura sin haber obtenido los conocimientos mínimos necesarios, ya que las bondades del trabajo en equipo contribuían en gran medida a más de dos terceras partes de la calificación, fomentando así un ligero esfuerzo del alumno en la realización y entrega de asignaciones individuales.

Asumiendo entonces que el trabajo realizado de manera individual contribuye mejor a una adquisición de conocimientos ya que fomenta la investigación y la práctica de los conceptos vistos en clase, se consideró necesario diseñar un sistema de evaluación que propiciara un mayor esfuerzo del alumnado en practicar los conceptos de manera individual.

3.4 Fase de Observación

Para entender mejor el problema se utilizaron los archivos de control de puntajes obtenidos durante los semestres en los cuales se aplicó el primer sistema de evaluación.

Este primer sistema de evaluación fue usado desde el semestre de Otoño 2010 hasta el semestre de Primavera 2015. Considerando el 2013 como el año justo a la mitad de este periodo, se tomaron las muestras de ambos semestres del 2013, Primavera y Otoño, para hacer el análisis de dicho sistema.

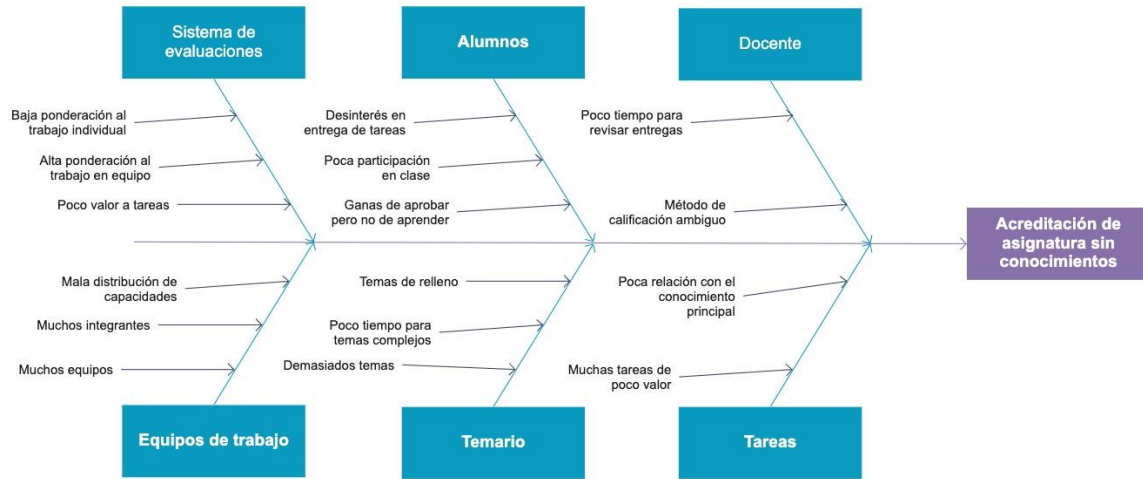
3.5 Fase de Análisis

Después de analizar los resultados obtenidos en 2013, se realizó un diagrama de causa – efecto, el cual se define a continuación.

3.5.1 Diagrama de Causa-Efecto

Con el análisis de los resultados de los semestres en los que se utilizó el primer sistema de evaluación, descritos en la sección 1.2 Tabla 4, se hizo un diagrama de causa-efecto como lo muestra la Ilustración 1.

Ilustración 1- Diagrama de causa y efecto del sistema del primer sistema de evaluación



miro

Fuente: Creación propia

3.5.2 Diseño de nuevo sistema de evaluación

Tomando como entrada los resultados del diagrama de causa – efecto, Ilustración 1, se analizaron las causas para proponer las modificaciones al sistema de evaluación descritas en la Tabla X

Tabla 5 - Modificaciones realizadas al sistema de evaluación

Objetivo	Modificaciones
Promover el trabajo individual y reducir la dependencia al trabajo en equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar ponderaciones por porcentajes • Establecer sistema de acumulación de créditos individuales • Rediseñar proyecto integrador para evaluar progresos individuales

Eliminar la ambigüedad y subjetividad a la calificación y retroalimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer sistema de calificación booleano • Establecer límites mínimos y máximos • Definir reglas y restricciones del nuevo sistema
Fomentar el interés por aprender al realizar los objetivos cada sesión y promover la participación en clase	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer créditos disponibles (objetivos) por sesión • Establecer valor en créditos para todos los entregables

Fuente: Creación propia

El resultado fue un sistema de evaluación por créditos acumulables que serían establecidos por sesión y por entregable, entendiéndose como entregable cualquier tarea, ejercicio hecho en clase, práctica de laboratorio, respuesta de examen y progreso del proyecto integrador. Por lo tanto, cada alumno, de manera individual, sería responsable de completar y obtener la mayor cantidad de créditos disponibles en cada sesión y cada entregable para acumularlos durante el semestre, y al final determinar su calificación comparando sus créditos acumulados contra el total de créditos posibles. Cada crédito (objetivo de clase) tendría un valor booleano de “alcanzado” o “no alcanzado”, sin opción a obtener créditos parciales.

Las reglas y restricciones del sistema de evaluación propuesto en la nueva Guía de Aprendizaje, se puede consultar en el [Anexo C](#).

3.6 Fase de Acción

El sistema de evaluación diseñado en la fase de Análisis fue utilizado a partir del semestre de Otoño 2015 en la asignatura de Diseño de Software. La fase de acción consistió en aplicar este sistema y capturar los puntajes obtenidos por los alumnos durante los siguientes semestres para obtener una muestra considerable que permitiera continuar con las siguientes fases del presente trabajo.

El periodo donde se aplicó el nuevo sistema abarca lo semestres de Otoño 2015, Primavera 2016, Otoño 2016, Primavera 2017, Otoño 2017, Primavera 2018, Otoño 2018, Primavera 2019, Otoño 2019 y Primavera 2020.

4 Fase de Verificación

Habiendo recabado los datos de puntajes del primer sistema de evaluación durante la fase de Observación y los puntajes del nuevo sistema de evaluación durante la fase de Acción. Y dado que ambos sistemas de evaluación necesitaron un tiempo de madurez y estabilización, se consideró que, a partir de los semestres del 2013, para el primer sistema, y del 2018, para el nuevo, se alcanzó la madurez necesaria para que la muestra de calificaciones fuera lo suficientemente representativa para ser utilizada en la fase de Verificación.

Los datos de puntajes obtenidos por año se encuentran descritos en la hoja de control en el [Anexo E](#).

Tomando entonces como muestra poblacional los puntajes de los alumnos en el año de 2013 para el primer sistema de evaluación, y los puntajes obtenidos por los alumnos durante el año 2018 para el nuevo sistema, se procedió a realizar los análisis estadísticos enlistados en esta sección.

4.1 Definición de variable de estudio

Dado nuestro objetivo de determinar la efectividad de los sistemas de evaluación se decidió evaluar el puntaje acumulado por los alumnos de la asignatura de diseño de software que tiene una escala de 0 a 100.

4.2 Estadística descriptiva

Utilizando Minitab se obtuvo la estadística descriptiva de los puntajes de ambos años, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 6 - Estadística descriptiva

Variable	N	N*	Media	SE Mean	Desviación Estándar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Puntaje 2013	37	1	87.18	1.80	10.95	52.00	82.13	89.65	94.23	102.20
Puntaje 2018	38	0	68.05	5.58	34.38	0.00	46.88	79.94	96.29	100.00

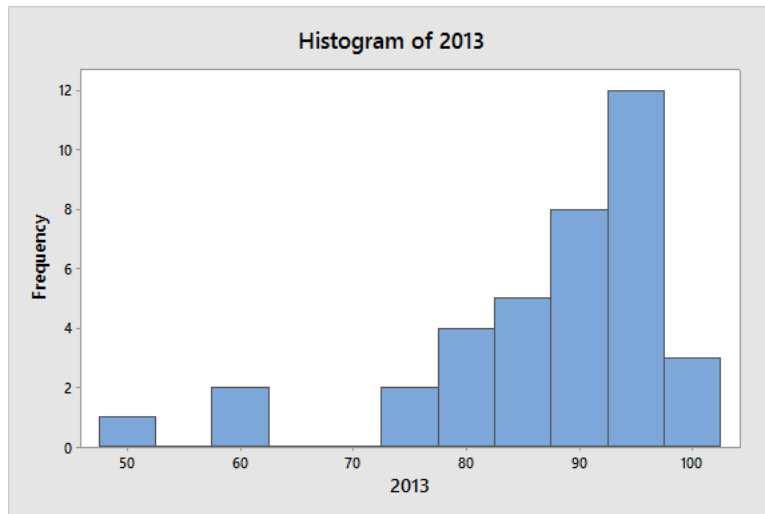
Fuente: Creación propia

De aquí podemos notar que los puntajes de 2013 tienen una media considerablemente mayor y una variación menor a las resultantes en 2018, para determinar si la diferencia entre las medias es significativa se debió realizar una prueba t de dos muestras cuyos resultados se muestran más adelante.

4.3 Resultados del histograma

Para examinar la forma y dispersión de los datos se realizaron los histogramas de cada muestra por separado, Ilustraciones 2 y 3, y en conjunto, Ilustración 4.

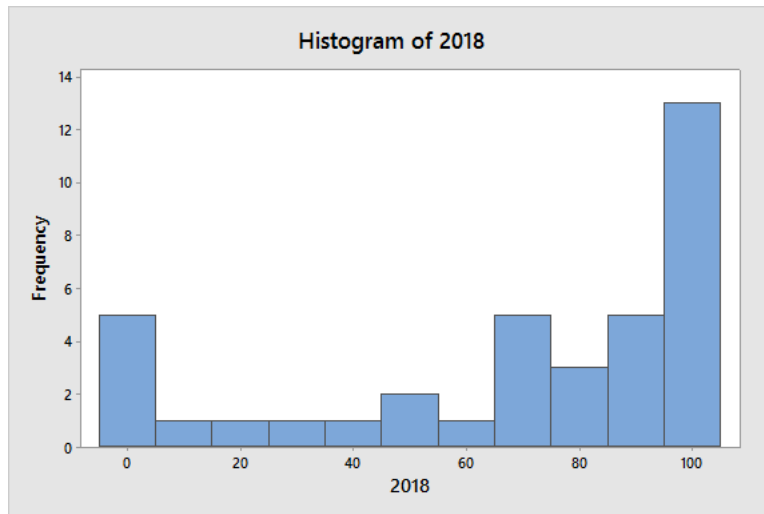
Ilustración 2 - Histograma de los puntajes del 2013



Fuente: Creación propia

Del histograma que se muestra en la Ilustración 2, se puede observar que la proporción de puntajes durante el 2013 se concentró en las calificaciones aprobatorias que obtuvieron más de 75 puntos, tan solo 1 alumno no obtuvo puntos suficientes para aprobar la asignatura y un par obtuvieron alrededor de 60 puntos que les permitirían acreditar la asignatura. También se observa que la gráfica tiene una asimetría hacia la izquierda, lo que pudiera indicar que los datos pueden no estar distribuidos normalmente.

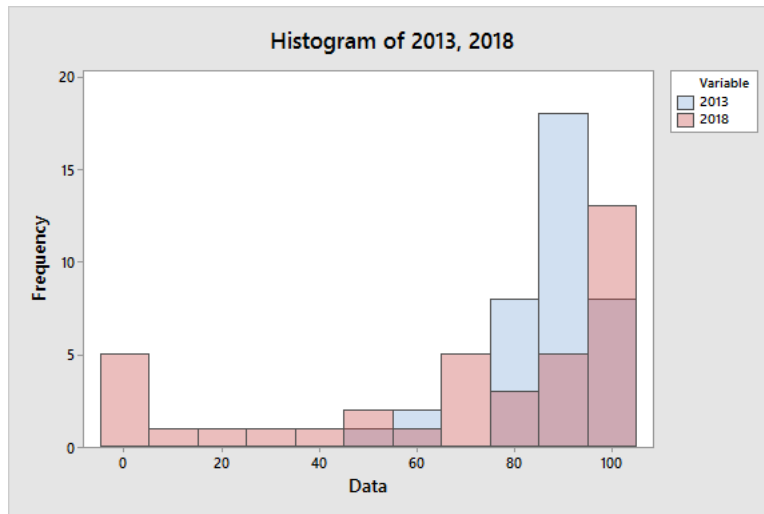
Ilustración 3 - Histograma de los puntajes de 2018



Fuente: Creación propia

Por otro lado, en el histograma que se muestra en la Ilustración 3, se puede observar que la proporción de puntajes durante el 2018 se concentró en las máximas calificaciones aprobatorias, sin embargo, varios alumnos no obtuvieron puntos suficientes para aprobar la asignatura y únicamente uno obtuvo alrededor de 60 puntos. También se observa que la gráfica de igual manera tiene una asimetría hacia la izquierda, lo que pudiera indicar también que los datos pueden no estar distribuidos normalmente.

Ilustración 4 - Histograma en grupo de los puntajes de 2013 y 2018



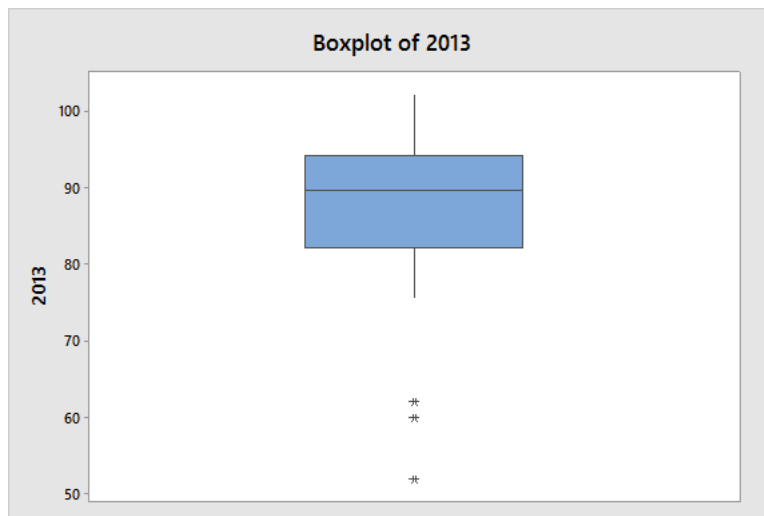
Fuente: Creación propia

Finalmente, en el histograma en grupo, Ilustración 4, podemos notar como la distribución de frecuencias entre ambos años parece tener una diferencia notable, así como la distribución de los datos es más amplia en los puntajes del 2018.

4.4 Resultados del gráfico de caja

Con la intención de evaluar la forma y la tendencia de los datos se realizaron los respectivos gráficos de caja para los puntajes de cada año.

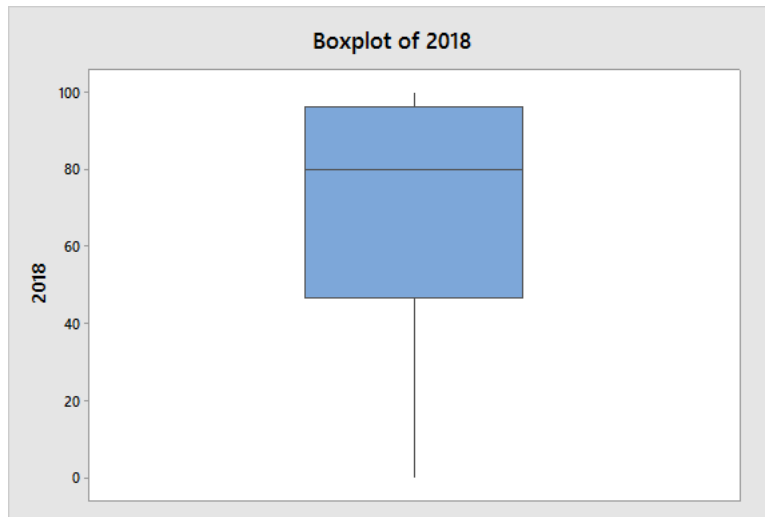
Ilustración 5- Gráfico de caja para los puntajes de 2013



Fuente: Creación propia

El gráfico de caja de los puntajes del 2013, Ilustración5, nos muestra en primera instancia lo que aparentan ser algunos valores atípicos, sin embargo, tratándose de puntajes obtenidos por los alumnos, se presume que pueden no ser significativos dado el tamaño de la muestra. Por otro lado, podemos observar que la mayoría de los alumnos obtenían un puntaje entre 82 y 94, con una mediana de 89.

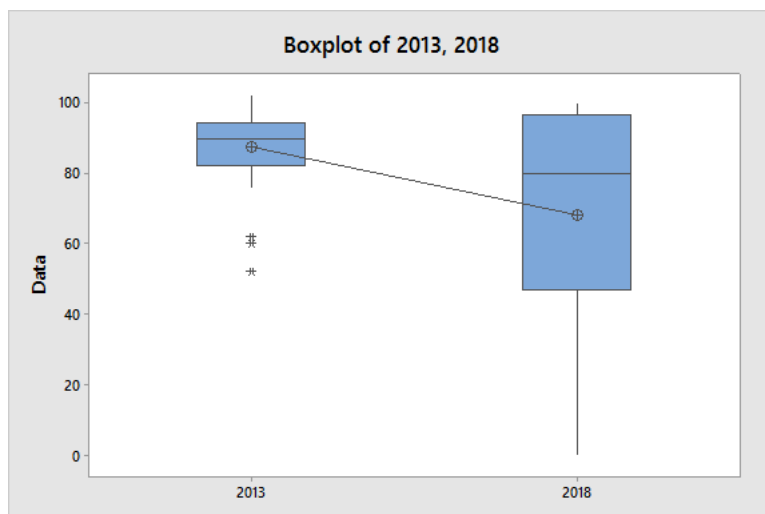
Ilustración 6 - Gráfico de caja para los puntajes de 2018



Fuente: Creación propia

En tanto el gráfico de caja de los puntajes de 2018, Ilustración 6, muestra que la mayoría de los alumnos obtienen un puntaje entre 47 y 96, con una mediana de 79. En el caso de los puntajes del 2018, los datos nos demuestran una asimetría hacia la izquierda que nos indica que los datos pudieran no estar distribuidos normalmente.

Ilustración 7 - Comparativa de los gráficos de caja de los puntajes de 2013 y 2018

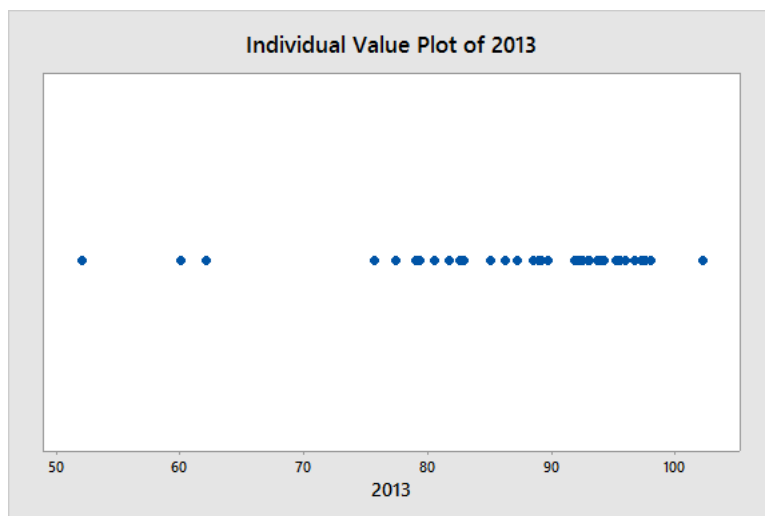


Finalmente, la Ilustración 7 nos muestra la comparativa entre los puntajes del 2013 y 2018 a través de un gráfico de caja, donde podemos observar que los puntajes medios entre 2013 y 2018 parecen ser diferentes.

4.5 Resultados del gráfico de valores individuales

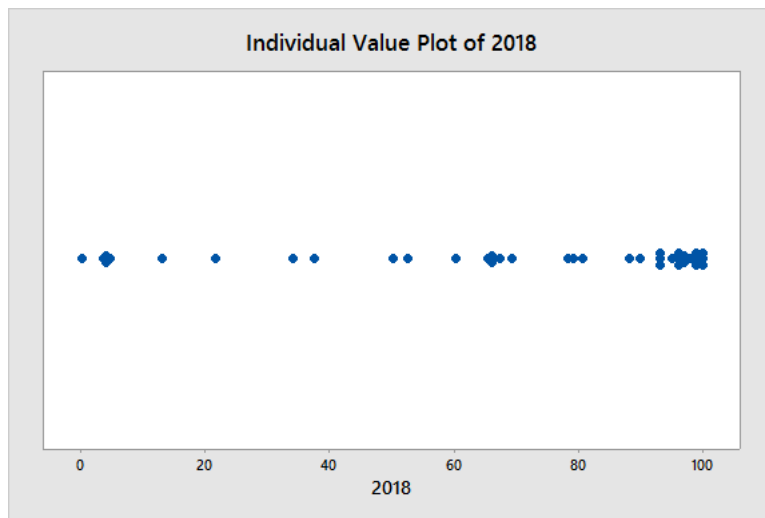
Para evaluar y comparar las distribuciones de los puntajes de ambas muestras se utilizaron los gráficos de valores individuales.

Ilustración 8 - Gráfico de valores individuales de los puntajes de 2013



En el gráfico de valores individuales de los puntajes de 2013, Ilustración 8, podemos notar que la mayor concentración de valores se encuentra entre el 90 y el 100, y la dispersión de datos va del 50 al 100.

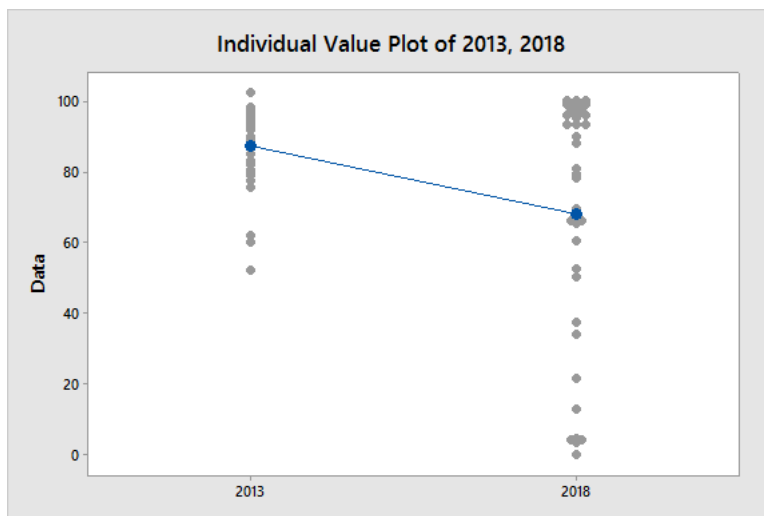
Ilustración 9- Gráfico de valores individuales de los puntajes de 2018



Fuente: Creación propia

El gráfico de valores individuales de los puntajes de 2018, Ilustración 9, muestra una dispersión mayor de los puntajes yendo desde el 0 hasta el 100, con una mayor concentración en los valores entre 90 y 100.

Ilustración 10 - Comparativa entre los gráficos de valores individuales de puntajes en 2013 y 2018



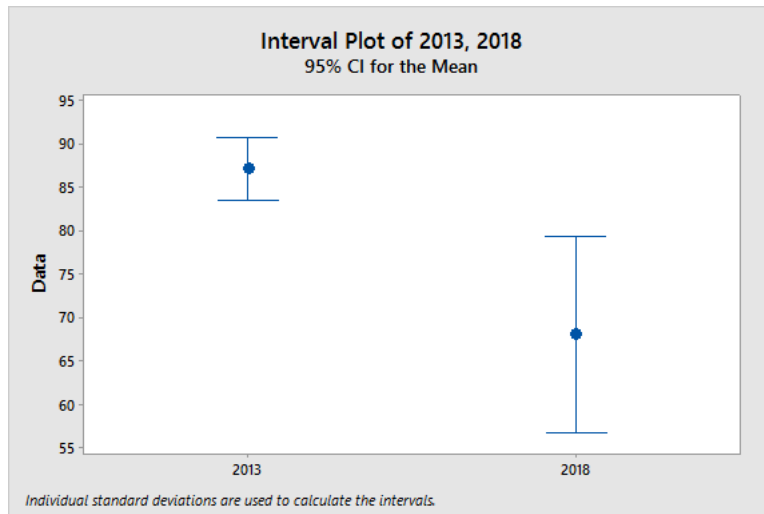
Fuente: Creación propia

La comparativa entre los dos grupos de puntajes, Ilustración 10, nos muestra que los centros de los puntajes en 2013 y 2018 parecen ser diferentes.

4.6 Resultados del gráfico de intervalos

Para comparar los intervalos de confianza de los puntajes obtenidos por los alumnos en 2013 y 2018 se generó el gráfico de intervalos que se muestra en la Ilustración 11.

Ilustración 11 - Gráfico de intervalos de puntajes de 2013 y 2018



Fuente: Creación propia

En este gráfico se puede observar que los intervalos de las medias de 2013 y 2018 no se superponen, lo que nos indica que podría haber una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de ambos grupos.

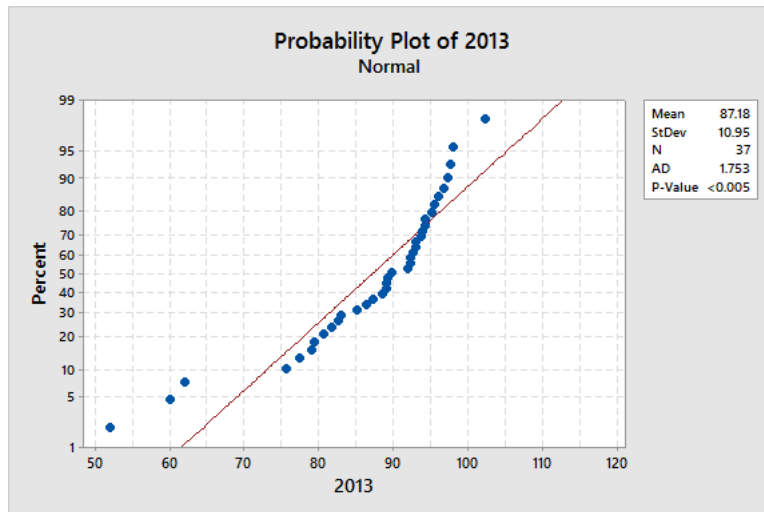
4.7 Resultados de la prueba de normalidad

Debido a los indicadores obtenidos en las pruebas anteriores que indicaban que los datos pudieran no tener una distribución normal, se procedió a realizar una prueba de normalidad para ambas muestras.

La prueba de normalidad realizada a los puntajes obtenidos en 2013 dio como resultado un p-value de 0.005 que es menor a nuestro nivel de significancia de 0.05 (α), por lo que debemos rechazar la

H_0 y concluir que los datos no siguen una distribución normal, esto se puede notar al observar que los puntos en la Ilustración 12 no siguen la línea recta.

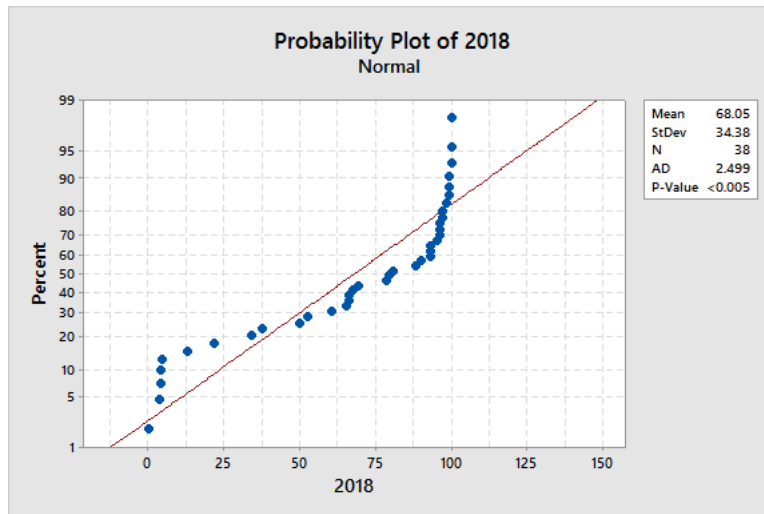
Ilustración 12 - Prueba de normalidad para los puntajes de 2013



Fuente: Creación propia

Posteriormente, la prueba de normalidad de los puntajes obtenidos en el 2018 nos arrojó un p-value de 0.005 que es menor a nuestro nivel de significancia, por lo tanto, también debemos rechazar la H_0 y determinar que los datos tampoco siguen una distribución normal, en este caso la Ilustración 13 nos indica claramente como los puntos no siguen la línea recta ni se encuentran cercanos a ella.

Ilustración 13 - Prueba de normalidad para los puntajes de 2018



Fuente: Creación propia

4.8 Resultados de la prueba t de dos muestras

Los resultados obtenidos del gráfico de valores individuales y del gráfico de intervalos, nos indicaron la necesidad de realizar una prueba t de dos muestras para determinar si la diferencia entre las medias de ambas muestras es significativa. Usando la herramienta Minitab, se realizó esta prueba, cuyos resultados se muestran en la Ilustración 14.

Ilustración 14 - Resultados de la prueba t de dos muestras usando Minitab

Two-Sample T-Test and CI: 2013, 2018

Method

μ_1 : mean of 2013
 μ_2 : mean of 2018
Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are not assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
2013	37	87.2	10.9	1.8
2018	38	68.1	34.4	5.6

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
19.13	(7.32, 30.94)

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
3.26	44	0.002

En estos podemos ver un p-value de 0.002, el cual es menor al nivel de significancia de 0.05, lo que nos indica que la diferencia entre las medias es estadísticamente significativa y debemos rechazar H_0 .

4.9 Resultados de la prueba de 2 varianzas

Para dar soporte a la prueba t de dos muestras se realizó la prueba de 2 varianzas utilizando los métodos de Bonett y Levens provistos por Minitab. La Ilustración 15 y la Ilustración 16 nos muestran los resultados de dichas pruebas, donde podemos notar que para ambos métodos el p-value es 0.000 el cual es menor que nuestro nivel de significancia de 0.05. Este resultado nos indica que la relación en las desviaciones estándar de los puntajes entre 2013 y 2018 es diferente de 1, por lo tanto, debemos rechazar H_0 y determinar que las varianzas son diferentes.

Ilustración 15 - Resultados de la prueba de 2 varianzas de Minitab entre los puntajes de 2013 y 2018

Test and CI for Two Variances: 2013, 2018

Method

σ_1 : standard deviation of 2013

σ_2 : standard deviation of 2018

Ratio: σ_1/σ_2

The Bonett and Levene's methods are valid for any continuous distribution.

Descriptive Statistics

Variable	N	StDev	Variance	95% CI for σ
2013	37	10.945	119.799	(7.520, 16.822)
2018	38	34.379	1181.887	(28.051, 44.424)

Ratio of Standard Deviations

Estimated Ratio	95% CI for Ratio using Bonett	95% CI for Ratio using Levene
0.318374	(0.174, 0.471)	(0.172, 0.439)

Test

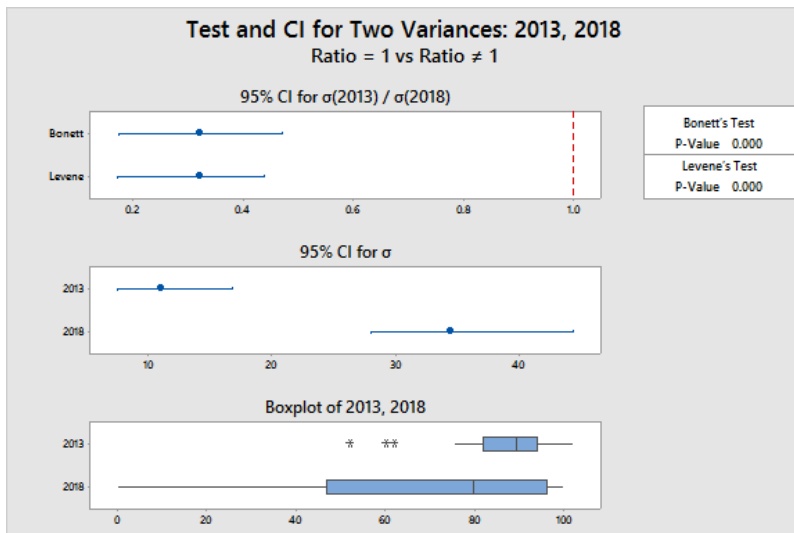
Null hypothesis $H_0: \sigma_1 / \sigma_2 = 1$

Alternative hypothesis $H_1: \sigma_1 / \sigma_2 \neq 1$

Significance level $\alpha = 0.05$

Method	Test			
	Statistic	DF1	DF2	P-Value
Bonett	*			0.000
Levene	22.50	1	73	0.000

Ilustración 16 - Gráficos de resumen de la prueba de 2 varianzas entre los puntajes de 2013 y 2018



5 Resultados (Fase de Estandarización)

Haciendo una reflexión sobre los resultados obtenidos de las herramientas estadísticas descritos en la sección anterior podríamos determinar algunos puntos importantes:

- El aumento en la dispersión de los puntajes obtenidos por los alumnos en el 2018, que se observa en gráfico de valores individuales, nos demuestra que los alumnos que ponen un poco esfuerzo en la realización del trabajo individual no llegan a obtener los conocimientos suficientes para aprobar la asignatura.
- La concentración de valores individuales en los puntajes más altos nos da a entender que aquellos alumnos que se esfuerzan en realizar todas las tareas del curso, tanto individuales como por equipo, tanto en 2013 como en 2018, obtienen un mayor puntaje que les permite demostrar haber obtenido los conocimientos necesarios para aprobar la asignatura.
- El sistema de evaluación por porcentajes no permitía determinar de manera clara el esfuerzo aplicado por los alumnos al mezclar ponderaciones individuales como por equipo, dado que el rango de los puntajes obtenidos en el 2013 comienza por encima de los 50 puntos, los cuales pueden lograrse por diferentes combinaciones de puntos obtenidos tanto de manera individual como por equipo.

Aparte de los resultados cuantitativos arrojados por las herramientas estadísticas, durante la realización del presente proyecto se pudieron obtener otras observaciones cualitativas de los cambios positivos resultantes a consecuencia de la aplicación nuevo sistema de evaluación:

- Medir el trabajo en equipo de manera individual fomenta un mayor esfuerzo en los alumnos para completar las tareas que les son asignadas, dado que el esfuerzo de sus compañeros de equipo no les beneficia en su puntaje.
- El nuevo sistema de evaluación promueve una sana competencia entre los alumnos por acumular la mayor cantidad de créditos y liderar el tablero de progreso del curso.
- El haber eliminado la dependencia entre los compañeros de equipo, el trabajo en equipo se realiza de manera más orgánica y se puede notar un mayor compromiso individual en cada uno de los miembros del equipo por terminar cada uno su parte para lograr un mejor proyecto integrador.
- El nuevo sistema de evaluación redujo considerablemente los reclamos del alumnado por evaluaciones injustas o subjetivas dado que el sistema de créditos booleanos, “Completado” o “No completado”, permite disolver claramente cualquier polémica al respecto.
- Los alumnos que no lograrán acumular el puntaje suficiente para aprobar la asignatura pueden notarlo con suficiente anticipación, lo que les ha permitido dar de baja la asignatura a tiempo.

6 Conclusiones

Con los resultados de las pruebas estadísticas realizadas durante la fase de verificación se pudo determinar que la media y la varianza de los puntajes obtenidos utilizando el primer sistema de evaluación durante el 2013 son estadísticamente diferentes a los puntajes que se obtuvieron habiendo implementado el nuevo sistema de evaluación durante 2018.

Estos resultados nos llevan a concluir que los cambios hechos para fomentar la participación individual en la asignatura de Diseño de Software tuvieron un impacto directo en los puntajes obtenidos por los alumnos.

En el presente trabajo se implementó con éxito la metodología de la Ruta de la Calidad para el diseño de un nuevo sistema de evaluación, lo que, según los resultados mencionados en la sección anterior, ha demostrado tener un cambio positivo en los puntajes obtenidos por los alumnos de manera individual.

Mediante la identificación de las causas, definición e implementación de un nuevo sistema de evaluación en la asignatura de Diseño de Software se logró un cambio positivo en el esfuerzo realizado por los alumnos por realizar las actividades del curso que les permitieran acumular créditos, y en consecuencia obtener los conocimientos impartidos en la asignatura.

6.1 Posibles mejoras (Fase de Documentación)

Con las conclusiones anteriores y los resultados obtenidos en el presente trabajo, tanto cuantitativos como cualitativos, surgen algunos retos para poder asegurar el cumplimiento del objetivo primordial que derivó en la necesidad de diseñar un nuevo sistema de evaluación, que como vimos

al inicio de este proyecto, buscaba asegurar la correcta obtención de los conocimientos impartidos durante la asignatura de Diseño de Software. Los nuevos retos por resolver son:

- Las actividades que otorgan créditos a los alumnos deben cumplir con un objetivo claro de aprendizaje, de manera que un crédito obtenido asegure también la adquisición de conocimiento.
- Los proyectos integradores deben poderse separar en actividades equitativas que requieran un esfuerzo igual o similar, de manera que estas actividades, independientemente de la elección cada alumno como miembro de un equipo, puedan asegurar el mismo conocimiento adquirido que el resto de los miembros del mismo equipo.
- La distribución de los créditos a lo largo del semestre debe ser equilibrada para permitir a los alumnos tener la certeza que la tendencia de su acumulación de créditos puede determinar en todo momento su probable calificación final.

Una vez asegurados estos puntos, se planea fomentar el uso y propagación de manera gradual del sistema de evaluación por créditos diseñado durante este proyecto en otras asignaturas dentro del ITESO.

Finalmente, el presente trabajo resalta la importancia de un correcto sistema de evaluación para asegurar que la acreditación de una asignatura realmente significa que los alumnos aprobados han obtenido los conocimientos esperados y con ello contribuir a la formación de egresados mejor preparados para la vida profesional.

7 Bibliografía

- DOF. (17 de Agosto de 2012). *ACUERDO número 648*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5264634&fecha=17/08/2012
- DOF. (29 de Marzo de 2019). *ACUERDO número 11/03/19* . Obtenido de Diario Oficial de la Federación: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5555921&fecha=29/03/2019
- Maldonado, J. Á. (2018). *Gestión de Procesos*. México: Academia.edu.
- Minitab. (2020). *Minitab - Potente software de estadística que todos pueden usar*. Obtenido de www.minitab.com: https://www.minitab.com/uploadedFiles/Documents/Brochures/Minitab-Brochure_ES.pdf
- Obando López, J., & Arango Londoño, N. (2019). *Probabilidad y Estadística*. Fondo Editorial EIA.
- Quevedo Urías, H. A., & Pérez Salvador, B. R. (2015). *Estadística para ingeniería y ciencias*. México: Grupo Editorial Patria.
- Revisión general de 2 varianzas - Minitab*. (1 de Octubre de 2020). Obtenido de Minitab: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/2-variances/before-you-start/overview/>
- Revisión general de Gráfica de intervalo - Minitab*. (1 de Octubre de 2020). Obtenido de Minitab: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/graphs/how-to/interval-plot/before-you-start/overview/>
- Revisión general de Gráfica de valores individuales - Minitab*. (1 de Octubre de 2020). Obtenido de Minitab: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/graphs/how-to/individual-value-plot/before-you-start/overview/>
- Revisión general de Prueba de normalidad - Minitab*. (1 de Octubre de 2020). Obtenido de Minitab: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/normality-test/before-you-start/overview/>
- Revisión general de t de 2 muestras - Minitab*. (1 de Octubre de 2020). Obtenido de Minitab: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/2-sample-t/before-you-start/overview/>
- Ross, S. M., & Valdés Sánchez, T. (2014). *Introducción a la estadística*. Barcelona, España: Editorial Reverté.
- SEP. (2018). *Normas Relativas a Los Procesos de Control Escolar para la Educación Media Superior*. Ciudad de México: Secretaría de Educación Pública.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2007). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson Educación.
- Walter Stachú, S. (2009). *Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa*. El Cid Editor | apuntes.

Anexos

Anexo A: Sección - Evaluación y calificación – Guía de Aprendizaje ESI047A

1. Dos exámenes parciales: (30%):

- 1.1. Procesos de Diseño de Software (15%).
- 1.2. Patrones de Diseño y Arquitectura (15%).

2. Participación en clases (10%):

- 2.1. Prácticas de laboratorio.
- 2.2. Análisis de lecturas.
- 2.3. Ejercicios de tarea.

3. Proyecto Integrador (60%), considerando los siguientes entregables:

- 3.1. Documentos de Inicio y Planeación del proyecto.
- 3.2. Especificaciones de Diseño de Software
- 3.3. Código, prueba y liberación de la primera iteración.
- 3.4. Documento de Cierre del proyecto.

4. Aclaraciones:

- 4.1. La media de la calificación de ambos exámenes debe ser superior a 60 para aprobar el curso.
- 4.2. Seis ausencias no justificadas o más son motivo para reprobar el curso.
- 4.3. Cualquier situación que se presente durante el desarrollo del curso será aclarada entre el alumno y el profesor.

Anexo B: Ejemplo de archivo de control del primer sistema de evaluación

	Tareas						Proyecto						Exámenes								
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5										
Alumno	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4	Tarea 5	Promedio de tareas	Puntos tareas para final	Entregable 1	Entregable 2	Entregable 3	Entregable 4	Entregable 5	Promedio proyecto	Puntos proyecto para final	Examen parcial 1	Examen parcial 2	Promedio parciales	Puntos para final	Puntaje final	Extras	Calificación
Ejemplar	100	100	100	100	100	100.0	10	100	100	100	100	100	100.0	60	100	100	100	30	100.00		10

Anexo C: Sección – Criterios de evaluación – Guía de Aprendizaje – ESI1005A

Es importante precisar que el concepto de evaluación no se reduce a establecer una calificación o nota del curso, ni siquiera de un trabajo o actividad. Evaluar es apreciar aprendizajes y conocimientos, dentro del enfoque de ITESO son las competencias que va desarrollando el alumno. Este ejercicio se hace a través de todo el curso, sus actividades y proyectos.

El curso puede entenderse como dividido en dos grandes partes que corren en forma paralela: la realización del proyecto, y la parte teórica que da sustento al mismo. Se evalúan las 3 unidades del curso a través de dos exámenes parciales, así como las fases de realización del proyecto integrador y la valoración de las tareas por unidad.

La participación se considera parte del proceso de evaluación de las unidades, no se reduce al número de intervenciones, se toma en cuenta la calidad de las mismas, aportes, la manifestación clara del uso de conceptos y principios relativos a los temas.

La evaluación se lleva a cabo a través de una escala de apreciación en referencia a la adquisición de las competencias por parte del alumno. Para ello cada elemento evaluativo cuenta con su respectiva rúbrica de cada aspecto a calificar:

- Insuficiente: De 0 a 5.
- Suficiente: De 6 a 7.
- Bien: De 8 a 9.
- Excelente: 10.

El proceso de evaluación se llevará a cabo por medio de un sistema de puntos (*créditos*). Habrá *créditos* para cada situación en la que el alumno deba obtener un aprendizaje.

Un *crédito* representa a un valor **booleano** para demostrar que se cumplió o no un objetivo de la clase. El estudiante con el mayor número de *créditos* alcanzados al término del semestre acreditará la clase con la mejor calificación y el resto del grupo será comparado contra dicho puntaje.

Posibles *créditos* que podrá haber durante el semestre:

- Preguntas de teoría en clase.
- Ejercicios prácticos en clase.
- Preguntas de examen.
- Tareas.
- Entregables del proyecto.
- Puntos extra.

Reglas y restricciones de los *créditos*:

- Para obtener una calificación final de 10 es **OBLIGATORIO** que el mejor estudiante obtenga al menos el 85% del total de *créditos* disponibles en el semestre.
- En cualquier caso, es obligatorio obtener al menos el 60% de los *créditos* disponibles durante el semestre para poder acreditar la materia. Dicho de otro modo, los alumnos que no hayan alcanzado 60% o más de los *créditos* totales disponibles en el semestre **REPROBARAN** la materia sin importar el valor alcanzado por el mejor estudiante.
- Los *créditos* son booleanos (cierto o falso), por lo tanto no hay medios puntos.

- Los puntos extras sumarán al alumno que los obtuvo, pero no al total de créditos disponibles del semestre.
- El progreso de los alumnos será público y estará disponible para todos.
- El número total de *créditos* disponible que habrá durante el semestre no será público y solo se conocerá hasta el último día de clases.
- El número de *créditos* que se disputarán por sesión puede variar de 0 a N .
- Los únicos *créditos* que se conocerán de antemano serán los relacionados al proyecto.

Anexo D: Ejemplo de archivo de control del nuevo sistema de evaluación

		Expediente: XXXXXXXX		YYYYYYYY
FECHA	Crédito	Alumno 1	Alumno 2	
17-ago	Crédito 1			1
20-ago	Crédito 2		1	1
20-ago	Crédito 3		1	1
20-ago	Crédito 4		1	1
...
6-dic	Crédito 96			1
6-dic	Crédito 97		1	1
9-dic	Crédito 98		1	1
Totales			78	98

Expediente	Créditos	Calificación actual
XXXXXXX	78	8
YYYYYYY	98	10

Total disponibles **98**
Mejor Puntuación 98
Calificación más alta 10

Anexo E: Puntajes obtenidos durante 2013 y 2018

Tabla 7 - Puntajes totales obtenidos por los alumnos en 2013

97.55	80.5	92.2	88.46
95.45	82.9	93.01	94.22
92.5	87.2	93.71	89.11
81.7	95.15	85.01	60.01
79.3	77.4	92.88	96.71
102.2	75.6	91.78	98
52	89.65	86.26	95.96
62	93.85	88.96	
78.95	92.3	82.56	
88.95	94.25	97.26	

Tabla 8 - Puntajes totales obtenidos por los alumnos en 2018

21.591	89.773	3.96	79.208
100	100	65.347	93.069
34.091	37.5	96.04	67.327
0	65.909	99.01	100
3.409	12.871	96.04	98.02
65.909	97.03	97.03	99.01
50	96.04	3.96	99.01
60.227	52.475	93.069	95.05
80.682	69.307	93.069	
4.545	88.119	78.218	