

EVALUACIÓN DE LA ADQUISICIÓN DE ATRIBUTOS DE EGRESO EN MODALIDAD VIRTUAL O HÍBRIDA

EVALUATION OF THE ACQUISITION OF EGRESS ATTRIBUTES IN VIRTUAL OR HYBRID MODE

A.D. Nieto Yáñez¹
R. E. López Díaz²
I. Y. Hernández Báez³
M. A. Ruíz Jaimes⁴

RESUMEN

En este artículo se aborda la evaluación de la adquisición de atributos de egreso de un programa de Ingeniería en clases impartidas en la modalidad virtual o híbrida. La metodología empleada se basó en el método de la investigación-acción y consistió en cuatro pasos: Delimitación del problema a investigar en la acción, planificación del proceso de acción, ejecución de los resultados y por último el análisis de estos. En la primera etapa de esta investigación se definieron los atributos de egreso de la Ingeniería en Informática e Ingeniería en Tecnologías de la Información y la contribución de cada asignatura en la obtención a cada uno los atributos, enfatizando que todas las asignaturas de cada programa educativo (PE) contribuyen al menos a dos atributos. Posteriormente, se diseñaron y aplicaron instrumentos para evaluar la contribución y se analizaron los resultados para compararlos con experiencias de años anteriores a la pandemia, con el objetivo de poder medir cómo la impartición de clases de modo virtual e híbrido impactaron en la adquisición de los atributos de egreso. Para finalizar, se plantearon estrategias de mejora continua, basándose en los resultados de la evaluación y, dado que, se usaron herramientas e instrumentos se logró convertir la evaluación en un proceso sistémico.

ABSTRACT

This article deals with the evaluation of the acquisition of graduation attributes of an Engineering program in classes taught in the virtual or hybrid modality. The methodology used was based on the action-research method and consisted of four steps: Delimitation of the problem to be investigated in action, planning of the action process, execution of the results and finally their analysis. In the first stage of this research, the egress attributes of the educational programs (EP) of Computer Engineering and Information Technology Engineering were defined. In addition, the contribution of each subject in obtaining the attributes were established, emphasizing that each subject of educational program, contribute to at least two attributes. Subsequently, instruments were designed and applied to evaluate the contribution and the results were analyzed to compare them with experiences from years prior to the pandemic, with the aim of being able to measure how the teaching of classes in virtual and hybrid mode impacted the acquisition of the egress attributes. Finally, continuous improvement strategies were proposed.

ANTECEDENTES

La Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR), al igual que la mayoría de las instituciones educativas está interesada en la calidad y pertinencia de sus programas educativos, y para conseguirlo participa en procesos de certificación y acreditación. En

¹ Profesora Investigadora de la carrera de Ingeniería en Informática. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. anieto@upemor.edu.mx

² Profesor Investigador de la carrera de Ingeniería en Informática. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. rlopezd@upemor.edu.mx

³ Profesora Investigadora de la carrera de Ingeniería en Informática. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. ihernandez@upemor.edu.mx

⁴ Profesor Investigador de la carrera de Ingeniería en Informática. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. mruiz@upemor.edu.mx

particular, el programa educativo de Ingeniería en Informática obtuvo la acreditación por parte del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C. (CACEI) bajo el marco de referencia 2018. De acuerdo con el marco de referencia de CACEI (2018), uno de los criterios de evaluación es la valoración y mejora continua y remarca que es importante tener un proceso de evaluación sistemática de los Atributos de Egreso (AE) y Objetivos Educativos (OE).

Un AE es un conjunto de resultados evaluables individualmente, que conforman los componentes indicativos del potencial de un egresado para adquirir competencias o capacidades para ejercer la práctica de la ingeniería a un nivel apropiado. En otras palabras, son las capacidades esperadas del egresado, deben ser evidenciadas mediante resultados de aprendizaje de los estudiantes del Programa Educativo (PE). En el caso de los PE de Ingeniería en Informática y el PE de Ingeniería en Tecnologías de la Información, se decidió alinear los AE con los siete atributos propuestos por el CACEI que se enlistan a continuación.

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería.
2. Aplicar, analizar y sintetizar procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos que cumplen las necesidades especificadas.
3. Desarrollar y conducir una experimentación adecuada; analizar e interpretar datos y utilizar el juicio ingenieril para establecer conclusiones.
4. Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.
5. Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales en situaciones relevantes para la ingeniería y realizar juicios informados, que consideren el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, ambiental y social.
6. Reconocer la necesidad permanente de conocimiento adicional y tener la habilidad para localizar, evaluar, integrar y aplicar este conocimiento adecuadamente.
7. Trabajar efectivamente en equipos que establecen metas, planean tareas, cumplen fechas límite y analizan riesgos e incertidumbre.

El objetivo de la investigación es implantar un proceso sistémico para la evaluación de la adquisición de los atributos de egreso, midiendo la aportación de cada asignatura del PE a la adquisición de estos. Lo anterior es importante porque si se puede evaluar de manera sistémica los AE, se puede diseñar y ejecutar un plan de mejora continua que contribuirá a la calidad y pertinencia del PE.

Se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Es posible que todas las asignaturas contribuyan al menos en dos AE?
2. ¿El cambio de presencial a virtual sin tener un diseño adecuado de la planeación del curso afecta la aportación de una asignatura a la adquisición de los AE?
3. ¿Hay algún grupo de asignaturas en las cuales el cambio de presencial a virtual tuvo un impacto mayor?

El proceso de evaluación de los AE se aplicó al PE de Ingeniería en Informática, y al de Ingeniería en Tecnologías de la Información en el ciclo escolar 2019-2020 y 2020-2021, lo cual permitió comparar los resultados de un periodo de clases presenciales con otros de clases virtuales y, posteriormente, híbridas. Al inicio de la pandemia, la Universidad decidió continuar de forma virtual totalmente sincrónica que según Mujica (2020) trae consigo

algunas ventajas proporcionadas por la interacción de los estudiantes con el profesor, ya que, las dudas se podrían resolver de manera instantánea. En Nieto, *et al.* (2021) se presentan algunas de las herramientas usadas para la impartición de asignaturas de forma virtual, las herramientas como Classroom, Meet, Jamboard y Kahoot entre otras, fueron usadas en todas las asignaturas, adicionalmente alguna herramienta acorde con la asignatura.

En las siguientes secciones se presentan la metodología propuesta, los resultados y conclusiones que incluyen propuestas para el plan de mejora continua.

METODOLOGÍA

Los AE se deben evaluar para contribuir a la calidad de un PE, en Espericueta, *et al.* (2019) se presenta una propuesta para la evaluación de los AE utilizando diferentes herramientas y miden como una asignatura y las actividades propuestas impactan no sólo en el logro de los resultados de aprendizaje de la asignatura sino también en el logro de los AE planteados. En Espericueta *et al.* (2020) se presenta una propuesta para realizar la evaluación desde el punto de vista del empleador y para realizarlo usan métodos directos e indirectos que incluyen encuestas. Mientras que, Carballo y Arellano (2019) evalúan los AE encuestando a los propios estudiantes. En este trabajo a diferencia de los anteriores se mide el impacto de cada una de las asignaturas del PE para el alcance de los AE.

De acuerdo con Álvarez, A. y Álvarez, V. (2015), el método de la investigación-acción se inicia con una idea colectiva o grupal de que es deseable algún tipo de mejora o cambio en el proceso que se participa, tal es el caso del proceso de evaluación de los AE. De acuerdo con Pérez (1989), la investigación-acción requiere de la participación de grupos, integrando en el proceso de indagación y diálogo a participantes y observadores. Consistiendo en los siguientes pasos:

1. Delimitación del problema a investigar en la acción.
2. Planificación del proceso de acción.
3. Ejecución de la acción.
4. Análisis de resultados.

En todo el proceso participó el Cuerpo Colegiado del PE y los AE se alinearon a los AE propuestos por el CACEI.

Delimitación del problema a investigar. En este caso, el problema consiste en evaluar el nivel de logro de los AE del Ingeniería en Tecnologías de Información de la UPEMOR. Una vez identificado el problema, se procedió a verificar la congruencia entre los OE y los AE, por lo que se analizó la aportación de cada uno de los AE a los OE que desempeñará un egresado en Ingeniería en Informática o un Ingeniero en Tecnologías de la Información. En la Tabla 1 se puede observar una breve justificación de las aportaciones.

Tabla 1. Aportación de cada AE a los OE

ATRIBUTO DE EGRESO	OBJETIVOS EDUCACIONALES		
	OE1. Proponer y supervisar redes de computadoras	OE2. Desarrollar sistemas de información	OE3. Supervisar la función informática
AE1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería.	Para poder proponer una red de computadoras, el egresado deberá identificar, formular y resolver problemas de ingeniería	Para desarrollar sistemas de información, el egresado deberá identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, al tener que aplicar de manera íntegra una metodología de desarrollo de software.	
AE2. Aplicar, analizar y sintetizar procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos que cumplen las necesidades especificadas.	El diseño de una nueva red de computadoras que resuelva las necesidades de una empresa, implica la aplicación y análisis de proceso de diseño.	Una de las etapas de las metodologías de desarrollo de software implica la fase de diseño desde varios ámbitos: diseño de interfaz, de base de datos, de arquitectura lógica y física, de pruebas, entre otros.	
AE3. Desarrollar y conducir experimentación adecuada; analizar e interpretar datos y utilizar el juicio ingenieril para establecer conclusiones.	Para llevar a producción una red de computadoras, primero se debe realizar un conjunto de pruebas para validarla.	El egresado debe diseñar un plan de pruebas de software, donde deberá conducir una experimentación adecuada.	Dentro de los planes de mantenimiento tanto de software como de hardware, el egresado deberá desarrollar y conducir experimentación.
AE4. Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.	El egresado deberá tener la capacidad de comunicación oral y escrita para desempeñarse dentro del área de redes.	El egresado deberá tener la capacidad de comunicación oral y escrita para desempeñarse dentro del área de desarrollo de software.	El egresado deberá tener la capacidad de comunicación oral y escrita para desempeñarse dentro del área de función informática.
AE5. Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales en situaciones relevantes para la ingeniería y realizar juicios informados, que consideren el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, social y ambiental.	Un egresado deberá ser ético y profesional para el desempeño adecuado de sus funciones independientemente del área de la que se trate.	Un egresado deberá ser ético y profesional para el desempeño adecuado de sus funciones independientemente del área de la que se trate.	Un egresado deberá ser ético y profesional para el desempeño adecuado de sus funciones independientemente del área de la que se trate.
AE6. Reconocer la necesidad permanente de conocimiento adicional y tener la habilidad para localizar, evaluar, integrar y aplicar este conocimiento adecuadamente.	En el área de las TI es necesaria una actualización constante, debido al avance acelerado de la tecnología.	En el área de las TI es necesaria una actualización constante, debido al avance acelerado de la tecnología.	En el área de las TI es necesaria una actualización constante, debido al avance acelerado de la tecnología.
AE7. Trabajar efectivamente en equipos que establecen metas, planean tareas, cumplen fechas límite y analizan riesgos e incertidumbre.	Independientemente del área de trabajo de un egresado IIF (redes, sistemas o función informática), se requiere capacidad para trabajar en equipo.	Independientemente del área de trabajo de un egresado IIF (redes, sistemas o función informática), se requiere capacidad para trabajar en equipo.	Independientemente del área de trabajo de un egresado IIF (redes, sistemas o función informática), se requiere capacidad para trabajar en equipo.

Planificación del proceso de acción. En esta etapa, se procedió a diseñar y planificar el proceso de acción. Por lo que, en reunión de academia, se estableció qué asignaturas estarán trabajando con los AE, si bien, existen múltiples materias que pueden impactar significativamente a un atributo, se definieron sólo dos atributos que serán los atributos objetivo de cada materia. Lo anterior, no es limitativo para que una materia pueda contribuir a algún otro atributo. La limitación de sólo dos por materia, obedece a agilizar el proceso de evaluación de los atributos y serán sólo estos dos, los que los profesores que impartan dicha asignatura estén obligados a reportar a su Coordinador de Academia. En la Tabla 2, se muestra la asignación de atributos de egreso por asignatura del PE.

Para el proceso de evaluación de los AE se establecieron los siguientes pasos:

1. Conformar un Comité de Evaluación (CE), cuyas funciones fueron dar seguimiento a los indicadores, evaluar su nivel de cumplimiento, determinar si se requieren cambios e iniciar procesos de mejora.
2. Recolectar información. Los Coordinadores de Academia recolectan información sobre evidencias acerca del cumplimiento de los AE, esta información fue solicitada a los profesores al iniciar el cuatrimestre y se proporcionaron los instrumentos que serían aplicados, los cuales son diferentes a los instrumentos usados para evaluar las evidencias sumativas de la asignatura.
3. Definir los criterios de desempeño e indicadores para cada AE. En la Figura 1 se muestra el ejemplo de la cédula diseñada para que cada profesor realice el llenado de

AE asignados a sus asignaturas, los criterios se muestran en la Tabla 3 y en la Figura 2 se muestra un ejemplo de la rúbrica para evaluar uno de los AE.

Tabla 2. Aportación de cada asignatura del PE a los AE

Asignatura					ATRIBUTOS DE EGRESO						
					AE1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería.	AE2. Aplicar, analizar y sintetizar procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos que cumplan las necesidades específicas.	AE3. Desarrollar y conducir una experimentación adecuada, analizar e interpretar datos y utilizar el juicio ingenieril para establecer conclusiones.	AE4. Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.	AE5. Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales en situaciones relevantes para la ingeniería y realizar juicios informados, que consideren el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico,	AE6. Reconocer la necesidad permanente de conocimiento adicional y tener la habilidad para localizar, evaluar, integrar y aplicar este conocimiento adecuadamente.	AE7. Trabajar efectivamente en equipos que establecen metas, planean tareas, cumplen fechas límite y evalúan riesgos e incertidumbre.
No.	Período	Cuatrim.	Academia	Nombre de la asignatura							
PRIMER CUATRIMESTRE											
1	O	1	CB-ITI	Química básica	1		1				
2	O	1	CB-ITI	Álgebra lineal	1						1
3	O	1	PROG	Introducción a la programación	1	1					
4	O	1	REDES	Introducción a las tecnologías de información					1	1	
5	O	1	DISEÑO-ITI	Herramientas ofimáticas					1	1	
6	O	1	DH	Expresión oral y escrita I							1
SEGUNDO CUATRIMESTRE											
7	I	2	DH	Desarrollo humano y valores							1
8	I	2	CB-ITI	Funciones matemáticas	1	1					
9	I	2	CB-ITI	Física	1	1					
10	I	2	CB-ITI	Electricidad y magnetismo	1		1				
11	I	2	CB-ITI	Matemáticas básicas para computación	1	1	1				
12	I	2	REDES	Arquitectura de computadoras		1				1	
TERCER CUATRIMESTRE											
13	P	3	DH	Inteligencia emocional y manejo de conflictos					1		1
14	P	3	CB-ITI	Cálculo diferencial	1	1					
15	P	3	CB-ITI	Probabilidad y estadística	1	1					
16	P	3	PROG	Programación	1	1	1				
17	P	3	REDES	Introducción a redes					1	1	
18	P	3	REDES	Mantenimiento a equipo de cómputo						1	
CUARTO CUATRIMESTRE											
19	O	4	DH	Habilidades cognitivas y creatividad				1	1		
20	O	4	CB-ITI	Cálculo integral	1	1					
21	O	4	DISEÑO-ITI	Ingeniería de software	1	1					1
22	O	4	PROG	Estructura de datos	1						
23	O	4	REDES	Ruteo y conmutación	1					1	1
24	O	4	ESTANCIAS-ITI	Estadística I	1		1			1	
QUINTO CUATRIMESTRE											
25	I	5	DH	Ética profesional				1	1		
26	I	5	CB-ITI	Matemáticas para ingeniería I	1						1
27	I	5	CB-ITI	Física para ingeniería	1		1				
28	I	5	PROG	Fundamentos de programación orientada a objetos			1			1	
29	I	5	REDES	Escalamiento de redes		1					
30	I	5	DISEÑO-ITI	Base de datos						1	1
SEXTO CUATRIMESTRE											
31	P	6	DH	Habilidades gerenciales					1		1
32	P	6	CB-ITI	Matemáticas para ingeniería II	1	1					
33	P	6	REDES	Sistemas operativos						1	1
34	P	6	PROG	Programación orientada a objetos	1	1					
35	P	6	REDES	Interconexión de redes			1				
36	P	6	DISEÑO-ITI	Administración base de datos			1				1
SÉPTIMO CUATRIMESTRE											
37	O	7	DH	Liderazgo de equipos de alto desempeño						1	1
38	O	7	GESTIÓN	Formulación de proyectos de tecnologías de información				1		1	
39	O	7	PROG AVANZADA	Lenguajes y autómatas	1	1					
40	O	7	PROG AVANZADA	Programación Web							
41	O	7	DISEÑO-ITI	Ingeniería de requisitos	1	1		1			1
42	O	7	ESTANCIAS-ITI	Estadística II	1	1				1	
OCTAVO CUATRIMESTRE											
43	I	8	REDES	Tecnologías de virtualización			1	1			
44	I	8	GESTIÓN	Administración de proyectos de tecnologías de información					1		1
45	I	8	PROG AVANZADA	Tecnologías y aplicaciones en internet				1	1		
46	I	8	DISEÑO-ITI	Diseño de interfaces		1					1
47	I	8	PROG AVANZADA	Sistemas inteligentes	1		1				
48	I	8	DISEÑO-ITI	Gestión de desarrollo de software				1			1
NOVENO CUATRIMESTRE											
49	P	9	PROG AVANZADA	Inteligencia de negocios	1	1	1				
50	P	9	GESTIÓN	Desarrollo de negocios para tecnologías de información					1		1
51	P	9	REDES	Sistemas embebidos			1				1
52	P	9	PROG AVANZADA	Programación móvil		1	1				
53	P	9	REDES	Seguridad informática					1	1	
54	P	9	DH	Expresión oral y escrita II					1	1	
55	O	10	ESTADIA-ITI	Estadística	1	1	1		1	1	1

Figura 1. Ejemplo de cédula para la evaluación del AE 1

PROCESO DE LA CÉDULA

El objetivo del formato de esta cédula es evaluar los resultados del aprendizaje a los que se atribuye una asignatura, la forma en que el docente contribuye a que el alumno lo alcance. Se describe el contenido en los que los alumnos desarrollan que están organizados de la siguiente manera:

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

1. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

2. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

3. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

4. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

5. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

6. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

7. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

8. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

9. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

10. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

11. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

12. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

13. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

14. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

15. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

16. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

17. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

18. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

19. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

20. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

21. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

22. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

23. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

24. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

25. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

26. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

27. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

28. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

29. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

30. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

31. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

32. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

33. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

34. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

35. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

36. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

37. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

38. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

39. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

40. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

41. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

42. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

43. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

44. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

45. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

46. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

47. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

48. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

49. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

50. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

51. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

52. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

53. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

54. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

55. **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.
 Cálculo de la asignatura en la que se está evaluando el artículo.

Tabla 3. Definición de criterios de desempeño para cada atributo de egreso

ATRIBUTO DE EGRESO	CRITERIO DE DESEMPEÑO
AE1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería.	AE1.1. Comprende un problema de ingeniería, identificando adecuadamente las variables y el método para resolverlo correctamente. AE1.2. Realiza un análisis crítico de resultados obtenidos para plantear la solución de problemas complejos de ingeniería. AE1.3. Encuentra la solución de la manera más eficiente aplicando principios de las ciencias básicas e ingeniería.
AE2. Aplicar, analizar y sintetizar procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos que cumplen las necesidades especificadas.	AE2.1. Identifica los requerimientos para resolver problemas de ingeniería, recolectando la información apropiada y proponiendo soluciones creativas. AE2.2. Alcanza la implementación adecuada del diseño de ingeniería y documenta adecuadamente los procesos a seguir.
AE3. Desarrollar y conducir experimentación adecuada; analizar e interpretar datos y utilizar el juicio ingenieril para establecer conclusiones.	AE3.1. Realiza una investigación y/o aplica conocimientos previos para conducir una experimentación adecuada, siguiendo los procedimientos correctamente. AE3.2. Comprende e interpreta los datos obtenidos adecuadamente, además de utilizar su juicio para establecer conclusiones. AE3.3. Reporta los resultados de manera clara, sintetiza el procedimiento y expresa conclusiones propias.
AE4. Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.	AE4.1. Organiza la información y utiliza el estilo adecuado para facilitar la comprensión de la misma. AE4.2. Utiliza los recursos gráficos y los medios necesarios para comunicar de forma efectiva la información. AE4.3. Utiliza correctamente las normas gramaticales y los formatos de reportes de ingeniería requeridos en comunicación escrita. En comunicación oral, utiliza correctamente técnicas de comunicación oral para expresar sus ideas.
AE5. Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales en situaciones relevantes para la ingeniería y realizar juicios informados, que consideren el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, social y ambiental.	AE5.1. Conoce y aplica el código de ética de la Upemor. AE5.2. Es capaz de evaluar las dimensiones éticas de un problema dentro de su disciplina, además de realizar un juicio informado considerando los impactos de su decisión en diferentes contextos.
AE6. Reconocer la necesidad permanente de conocimiento adicional y tener la habilidad para localizar, evaluar, integrar y aplicar este conocimiento adecuadamente.	AE6.1. Demuestra capacidad de aprendizaje independiente. AE6.2. Identifica situaciones en las que requiere investigación sobre tendencias tecnológicas actuales. AE6.3. Conoce y consulta continuamente fuentes de información de conceptos contemporáneos de su carrera.
AE7. Trabajar efectivamente en equipos que establecen metas, planean tareas, cumplen fechas límite y analizan riesgos e incertidumbre.	AE7.1. Participa de manera activa en el equipo, mostrando disponibilidad para apoyar y realizar tareas de manera respetuosa y tolerante. AE7.2. Fomenta la cohesión del equipo dando sugerencias para lograrlo y aceptando la retroalimentación. AE7.3. Elabora una planeación adecuada, estableciendo metas y analizando riesgos para garantizar cumplir con fechas límite. AE7.4. Es responsable con las tareas asignadas, así como las fechas límites.

Atributo de egreso:				
AE1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería.				
Criterios de desempeño	Evaluación			
	Insatisfactorio	Necesita mejorar	Satisfactorio	Sobresaliente
	1	2	3	4
AE1.1. Comprende un problema de ingeniería, identificando adecuadamente las variables y el método para resolverlo correctamente.	El estudiante no comprende el problema y no es capaz de identificar variables ni el método adecuado.	El estudiante comprende el problema e identifica variables, pero no identifica el método adecuado para resolverlo.	El estudiante comprende el problema, identifica variables y el método adecuado, pero no es capaz de resolver el problema correctamente.	El estudiante comprende el problema, identifica las variables y el método adecuado, y es capaz de resolver el problema correctamente.
AE1.2. Realiza un análisis crítico de resultados obtenidos para plantear la solución de problemas complejos de ingeniería.	El estudiante no es capaz de realizar un análisis de resultados ni plantear solución a los problemas dados.	El estudiante realiza un análisis crítico adecuado de los resultados, pero no es capaz de plantear la solución del problema.	El estudiante realiza un análisis crítico adecuado de los resultados, planteando la solución adecuada de los problemas dados.	El estudiante realiza un análisis crítico sobresaliente de los resultados, planteando la solución más eficiente de los problemas dados.
AE1.3. Encuentra la solución de la manera más eficiente aplicando principios de las ciencias básicas e ingeniería.	El estudiante no encuentra la solución y no es capaz de identificar los principios adecuados de ciencias básicas e ingeniería para hacerlo.	El estudiante identifica los principios básicos de ciencia e ingeniería para encontrar una solución eficiente pero no es capaz de aplicarlos.	El estudiante encuentra parcialmente la solución aplicando principios de las ciencias básicas e ingeniería.	El estudiante encuentra la solución de la manera más eficiente aplicando de manera sobresaliente principios de las ciencias básicas e ingeniería.

Figura 2. Ejemplo de rúbrica de evaluación para el AE 1

Ejecución de proceso de acción. En esta etapa de la investigación se puso en marcha el proceso de acción previamente diseñado. La experimentación se llevó a cabo con el PE de Ingeniería en Tecnologías de la Información para el ciclo escolar 2020-2021 y para el ciclo 2019-2020, cada ciclo contempla tres cuatrimestres.

La recolección de la información para el llenado de las cédulas se realizó de dos maneras diferentes, para el ciclo escolar 2020-2021 fue solicitado desde el comienzo de cada cuatrimestre y al finalizar se requisitaron las dos cédulas que se asignaron a cada una de las asignaturas solicitadas de acuerdo con la Tabla 2. Para el ciclo escolar 2019-2020 se llenaron las cédulas de manera a posteriori, empleando algunas evidencias de los estudiantes, entregadas a la academia que, aunque estas evidencias no fueron diseñadas propiamente para la evaluación de los requisitos, por su naturaleza permitían hacerlo.

Análisis de resultados. En la última etapa, se realizó un análisis de todos los resultados obtenidos durante la investigación, mismos que se describen en la siguiente sección.

RESULTADOS

Los indicadores para medir cada AE fue obtenido de la siguiente manera: Porcentaje de alumnos que obtienen una evaluación igual o superior a 3 en una escala del 1 al 4, al aplicar la rúbrica de evaluación del atributo de egreso AE_i sobre una evidencia diseñada para evaluar el atributo AE_i en las asignaturas del PE que contribuyen y evalúan el atributo AE_i .

En la Tabla 4, se muestra el porcentaje de logro, el indicador inicial corresponde a los porcentajes obtenidos de manera posteriori. Se puede observar que los indicadores más bajos son el AE1, AE2 y AE4. También se puede destacar que los indicadores AE1 y AE4 registraron un retroceso, aunque la disminución en el AE1 es la que resulta más relevante y porque la disminución fue más de 10%.

Tabla 4. Indicadores del logro de los atributos de egreso

Atributo	Indicador inicial (% de logro)	Indicador 2020-2021 (% de logro)
AE1. Resolver problemas de ingeniería	87.10	76.05
AE2. Aplicar y analizar procesos de diseño de ingeniería.	78.23	83.02
AE3. Desarrollar experimentación adecuada; analizar e interpretar datos.	74.86	85.13
AE4. Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.	81.06	80.05
AE5. Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales.	82.00	92.76
AE6. Reconocer la necesidad permanente de conocimiento adicional y aplicarlo.	85.84	86.34
AE7. Trabajar efectivamente en equipo.	82.39	87.16

De acuerdo con la Tabla 2, se puede notar que las asignaturas del AE1 corresponden en su mayoría a asignaturas de primer ciclo y Ciencias Básicas. Analizando las cédulas de manera independiente se pudo observar que los porcentajes más bajos que realmente afecta el porcentaje de logro fue aportado por las asignaturas de primer ciclo.

En cuanto al indicador AE4, referente a las habilidades de comunicación oral y escrita de los estudiantes, la mayoría de las asignaturas en las que se está evaluando este indicador, corresponden al último ciclo de información y, por ende, resulta preocupante que el indicador haya decrecido, ya que, los alumnos llegan al último ciclo aún con carencias en este rubro. Por lo que, resulta relevante trabajar en estrategias y acciones para atender esta situación.

Finalmente, el AE5, referente a las responsabilidades éticas y profesionales presentó el mejor valor de los indicadores, obteniendo una mejora del 10.76%. Por lo que, habrá que determinar primero, si es adecuada la forma en la que actualmente se está calculando el indicador, revisar con detalle el conjunto de evidencias que se utilizaron para su cálculo y en una segunda instancia, determinar las razones que llevaron a mejorar tanto el indicador en el ciclo anterior.

CONCLUSIONES

Se logró correr el proceso de evaluación del logro de los siete AE y aunque en un principio los profesores estaban un poco renuentes, después de capacitaciones para el llenado de las cédulas y reuniones para sensibilizarlos sobre la importancia de medir los logros se obtuvo un cambio de actitud. El objetivo de implantar de manera sistémica la evaluación de los siete AE fue logrado, se usaron diferentes herramientas lo que permitirá que se pueda seguir aplicando con relativa facilidad.

Respondiendo a las preguntas que se plantearon, se determinó que es posible que todas las asignaturas contribuyan al menos en dos AE, como proceso de mejora cada periodo se verifica que los AE asignados sean realmente a los dos que más contribuyen consultando a todos los profesores que imparten la misma asignatura. También se encontraron asignaturas que no se restringieron a dos atributos porque al ser materias integradoras tienen una contribución a prácticamente a todos los AE.

Al analizar y correr de forma a posteriori a periodos antes de la pandemia fue posible realizar una comparación entre la impartición de forma presencial a la impartición de cursos de forma virtual. A pesar del cambio drástico de presencial a virtual en la medición de los atributos el cambio no es tan drástico, resaltando el resultado de AE1 y AE4 en los que se tuvo un retroceso y en el AE5 que se tuvo un incremento de 10.76%.

En el AE1 se tuvo un retroceso de 11.05% y se pudo observar que las materias que mayor aportan el resultado con un porcentaje menor de logro corresponden a asignaturas de Ciencias Básicas impartidas en primer ciclo de formación. Para estas asignaturas se propusieron algunas estrategias de mejora entre las que se encuentran solicitar la impartición de asesorías académicas y que para los alumnos canalizados por los profesores sean en mayor medida obligatorias. Además de esto, se comenzó la planeación de actividades en modalidad híbrida y el diseño de recursos educativos digitales que apoyen en el logro de los resultados de aprendizaje de las asignaturas y por ende también al logro de los AE.

Por lo que respecta al AE4, es preocupante porque este atributo fue evaluado principalmente con asignaturas de tercer ciclo, por lo que, optó por incluir en los instrumentos de evaluación de otras asignaturas que fomenten la comunicación verbal y escrita.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A., y Álvarez, V. (2015). *Métodos en la investigación educativa*. Horizontes educativos. <http://editorial.upnvirtual.edu.mx/index.php/9-publicaciones-upn/195-metodos-en-la-investigacion-educativa>
- Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (2018). *Marco de Referencia 2018 para la acreditación de programas de Ingeniería. Criterios e indicadores*. http://cacei.org.mx/docs/marco_ing_2018.pdf
- Carballo, B. y Arellano, A. (2019). Cap. VII. Desarrollo tecnológico de evaluación de atributos de egreso. Caso: Ingeniería Industrial y de Sistemas. En M. Urías, M. Cabrera y B. Orduño (Coords.). *Indicadores de Calidad*, pp. 76-88. Instituto Tecnológico de Sonora.
https://www.researchgate.net/publication/344168701_Desarrollo_tecnologico_de_evaluacion_de_atributos_de_egreso_Caso_Ingenieria_Industrial_y_de_Sistemas
- Espericueta, D., Castillo, A., Colunga, J. y Lara, P. (2019). Propuesta para la evaluación de atributos del egresado, utilizando nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje. *Revista ANFEI Digital*, 6(11).
<https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/574>
- Espericueta, D., Hernández A., Castillo, A. y Colunga, J. (2020). Propuesta de valoración de los atributos del egresado desde la perspectiva del empleador. *Revista ANFEI Digital*, 7(12). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/664/1305>
- Mujica, R. (23 de septiembre de 2020). Beneficios del aprendizaje sincrónico. *Blog Docentes 2.0*. <https://blog.docentes20.com/2020/09/beneficios-del-aprendizaje-sincronico-docentes-2-0/>
- Nieto, A., López, R., Hernández, I. y León, S. (2021). Herramientas para la impartición de clases de programación en modalidad a distancia. *Revista ANFEI Digital*, vol. 8(13). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/753/1395>
- Pérez, A. (1989). Paradigmas contemporáneos de investigación didácticas. En J. Gimeno y A. Pérez (Eds.). *La enseñanza: su teoría y su práctica*, (pp. 95-138). http://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID_Eisner_Unidad_3.pdf